

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. November 2001 (01.11.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/81979 A2

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> :	G02C	100 21 047.3	28. April 2000 (28.04.2000)	DE
(21) Internationales Aktenzeichen:	PCT/DE01/01579	PCT/DE01/00188	17. Januar 2001 (17.01.2001)	DE
(22) Internationales Anmeldedatum:	25. April 2001 (25.04.2001)	(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): OPTISCHE WERKE G. RODENSTOCK [DE/DE]; Isartalstrasse 43, 80469 München (DE).		
(25) Einreichungssprache:	Deutsch	(72) Erfinder; und		
(26) Veröffentlichungssprache:	Deutsch	(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAIMERL, Walter [DE/DE]; Thalkirchnerstrasse 78a, 80337 München (DE). PFEIFFER, Herbert [DE/DE]; Georg-Hann-Strasse 16, 81247 München (DE). ESSER, Gregor [DE/DE];		
(30) Angaben zur Priorität:	100 20 244.6	25. April 2000 (25.04.2000)	DE	

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR CALCULATING A PROGRESSIVE SPECTACLE LENS AND METHOD FOR PRODUCING A SPECTACLE LENS OF THIS TYPE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BERECHNEN EINES PROGRESSIVEN BRILLENGLASES SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES DERARTIGEN BRILLENGLASES

(57) Abstract: The invention relates to a method for calculating and producing a spectacle lens comprising: an area (distance-viewing part), which is designed for viewing at long distances and, in particular, viewing to infinity; an area (near-viewing part), which is designed for viewing at short distances and, in particular, at reading distances; and, a progression zone, which is located between said distance-viewing part and near-viewing part and in which the effect of the spectacle lens increases, along a curve (principal line) that winds up to the nose, by a value designated as an addition, from the value in the distance reference point located in the distance-viewing part to the value of the near reference point located in the near-viewing part. The inventive method is characterized by the following steps: a) a progression of the projection  $x_0(y)$  of the principal line in the x,y plane as well as properties of the spectacle lens along the principal line are preset as initial values while taking the spherical, cylindrical and, optionally, prismatic prescription values as well as the addition and the pupil distance into account, and at least one fringe of the second order of the progressive surface of a spectacle lens is calculated using these specifications; b) an object distance function  $Al(y)$  is preset, which describes the change of the object distance during a viewing movement and, in particular, when looking downward; c) in each horizontal section of the progressive spectacle lens, the point of emergence of the principal ray through the progressive surface is determined in each horizontal section of the progressive spectacle lens, and the distance of the point of intersection of this principal ray with a plane, which bisects the pupil distance, is equal to the object distance given by the object distance function  $Al(y)$ ; d) the progression of the projection  $x'_0(y)$  in the x, y plane is calculated for all of these points of intersection located in the principal line of sight; e) the progression of the projection  $x'_0(y)$  is set equal to  $x_0(y)$  and tests the correspondence; f) afterwards, steps a) to e) are iteratively repeated until the projection  $x'_0(y)$  of the principal line of sight (within predetermined limits) is equal to the progression of the projection  $x_0(y)$  of the principal line used for calculating the corresponding surface.

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird ein Verfahren zum Berechnen und zum Herstellen eines Brillenglases mit einem zum Blicken in größere Entfernungen und insbesondere "ins Unendliche" ausgelegten Bereich (Fernteil), einem zum Blicken in kürzere Entfernungen und insbesondere "Lese-Entfernungen" ausgelegten Bereich (Nahteil), und einer zwischen Fernteil und Nahteil angeordneten Progressionszone, in der die Wirkung des Brillenglases von dem Wert in dem im Fernteil gelegenen Fernbezugspunkt auf den Wert des im Nahteil gelegenen Nahbezugspunktes längs einer zur Nase hingewundenen Kurve (Hauptlinie) um einen als Addition bezeichneten Wert zunimmt. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich durch folgende Schritte aus: a) Als Anfangswerte werden ein Verlauf der Projektion  $x_0(y)$  der Hauptlinie in die x, y-Ebene sowie Eigenschaften des Brillenglases längs der Hauptlinie unter Berücksichtigung der sphärischen, zylindrischen sowie gegebenenfalls prismatischen Verordnungsweite und der Addition sowie der Pupillendistanz vorgegeben und mit diesen Vorgaben zumindest ein Streifen zweiter Ordnung der progressiven Fläche eines Brillenglases berechnet, b) es wird eine Objektabstandsfunktion  $Al(y)$  vorgegeben, die die Änderung der Objektentfernung bei einer Blickbewegung und insbesondere einer Blicksenkung beschreibt, c) in jedem Horizontalschnitt des progressiven Brillenglases wird der Durchstoßpunkt des Hauptstrahls durch die progressive Fläche bestimmt, für den der Abstand des Schnittpunkts dieses Hauptstrahles

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/81979 A2



Madelsederstrasse 17, 81735 München (DE). **AL-THEIMER, Helmut** [DE/DE]; An der Halde 2, 87650 Lauchdorf (DE).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(74) **Anwalt: MÜNICH, Wilhelm**; Münich & Kollegen, Wilhelm-Mayr-Strasse 11, 80689 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AU, DE, JP, US.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

mit einer Ebene, die die Pupillendistanz halbiert, gleich dem durch die Objektabstandsfunktion  $A_1(y)$  gegebenen Objektabstand ist, d) für die Gesamtheit dieser in der Hauptblicklinie liegenden Durchstoßpunkte wird der Verlauf der Projektion  $x'_0(y)$  in die  $x, y$ -Ebene berechnet, e) der Verlauf  $x'_0(y)$  wird gleich  $x_0(y)$  gesetzt und die Übereinstimmung geprüft, f) anschließend werden die Schritte a) bis e) solange iterativ wiederholt, bis die Projektion  $x'_0(y)$  der Hauptblicklinie (innerhalb vorgegebbarer Grenzen) gleich dem Verlauf der für die Berechnung der entsprechenden Fläche verwendeten Projektion  $x_0(y)$  der Hauptlinie ist.

Verfahren zum Berechnen eines progressiven  
Brillenglases sowie Verfahren zur Herstellung  
eines derartigen Brillenglases

---

5

BESCHREIBUNG

10

**Technisches Gebiet**

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Berechnen eines progressiven Brillenglases sowie auf ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Brillenglases, von Absenkformen, von Gießformen für das Gießen oder von Stempeln für das Pressen von derartigen Brillengläsern aus einem Kunststoffmaterial.

Unter progressiven Brillengläsern (auch als Gleitsichtgläser, Multifokalgläser etc. bezeichnet) versteht man üblicherweise Brillengläser, die in dem Bereich, durch den der Brillenträger einen in größerer Entfernung befindlichen Gegenstand betrachtet - i.f. als Fernteil bezeichnet -, eine andere (geringere) Brechkraft haben als in dem Bereich (Nahteil), durch den der Brillenträger einen nahen Gegenstand betrachtet. Zwischen dem Fernteil und dem Nahteil ist die sog. Progressionszone angeordnet, in der die Wirkung des Brillenglases von der des Fernteils kontinuierlich auf die des Nahteils ansteigt. Den Wert des Wirkungsanstiegs bezeichnet man auch als Addition.

In der Regel ist der Fernteil im oberen Teil des Brillenglases angeordnet und für das Blicken „ins Unendli-

che" ausgelegt, während der Nahteil im unteren Bereich angeordnet ist, und insbesondere zum Lesen ausgelegt ist. Für Spezialanwendungen - genannt werden sollen hier exemplarisch Pilotenbrillen oder Brillen für Bildschirmarbeitsplätze - können der Fern- und der Nahteil auch anders angeordnet sein und/oder für andere Entfernungen ausgelegt sein. Ferner ist es möglich, daß mehrere Nahteile und/ oder Fernteile und entsprechend Progressionszonen vorhanden sind.

10

Bei progressiven Brillengläsern mit konstantem Brechungsindex ist es für die Zunahme der Brechkraft zwischen dem Fernteil und dem Nahteil erforderlich, daß sich die Krümmung einer oder beider Flächen vom Fernteil zum Nahteil kontinuierlich ändert.

15

Die Flächen von Brillengläsern werden üblicherweise durch die sogenannten Hauptkrümmungsradien  $R_1$  und  $R_2$  in jedem Punkt der Fläche charakterisiert. (Manchmal werden anstelle der Hauptkrümmungsradien auch die sogenannten Hauptkrümmungen  $K_1 = 1/R_1$  und  $K_2 = 1/R_2$  angegeben. Die Hauptkrümmungsradien bestimmen zusammen mit dem Brechungsindex  $n$  des Glasmaterials die für die augenoptische Charakterisierung einer Fläche häufig verwendeten Größen:

25

$$\begin{aligned} \text{Flächenbrechwert} \quad D &= 0,5 * (n-1) * (1/R_1 + 1/R_2) \\ \text{Flächenastigmatismus} A &= (n-1) * (1/R_1 - 1/R_2) \end{aligned}$$

Der Flächenbrechwert  $D$  ist die Größe, über die die Zunahme der Wirkung vom Fernteil zum Nahteil erreicht wird. Der Flächenastigmatismus  $A$  (anschaulich Zylinder-

30

wirkung) ist eine "störende Eigenschaft", da ein Astigmatismus - sofern das Auge nicht selbst einen zu korrigierenden Astigmatismus aufweist -, der einen Wert von ca. 0,5 dpt übersteigt, zu einem als unscharf wahrgenommenen Bild auf der Netzhaut führt.

#### Stand der Technik

Die zur Erzielung der Flächenbrechwert-Zuwachses erforderliche Änderung der Krümmung der Fläche ohne das Sehen "störenden" Flächenastigmatismus ist zwar relativ einfach längs einer (ebenen oder gewundenen) Linie zu erreichen, seitlich dieser Linie ergeben sich jedoch starke "Verschneidungen" der Fläche, die zu einem großen Flächenastigmatismus führen, der das Glas in den Bereichen seitlich der genannten Linie mehr oder weniger schlecht macht. Bei einer ebenen, als Nabellinie ausgebildeten Linie steigt nach dem Satz von Minkwitz der Flächenastigmatismus in der Richtung senkrecht zur Nabellinie mit dem doppelten Wert des Gradienten der Flächenbrechkraft längs der Nabellinie an, so daß sich insbesondere in der Progressionszone bereits nahe der Nabellinie störende Werte des Flächenastigmatismus ergeben. (Eine Linie, die in jedem Punkt gleiche Hauptkrümmungen aufweist, die also Flächenastigmatismus-frei ist, bezeichnet man als Nabellinie oder ombilische bzw. umbilische Linie).

Deshalb ist in der Vergangenheit bei der Konstruktion einer zur Brechkraftänderung beitragenden Fläche eines progressiven Brillenglases von einer in einer Ebene liegenden oder gewunden verlaufenden Linie - auch als Hauptmeridian oder als Hauptlinie bezeichnet - ausge-

gangen worden, die zentral auf der Fläche von oben nach unten verläuft, und deren Verlauf in etwa der Hauptblicklinie folgt. Unter Hauptblicklinie versteht man die Folge der Durchstoßpunkte der auf zentral vor der Nase in unterschiedlichen Entfernungen gelegene Objekte gerichteten Sehstrahlen durch die Brillenglasfläche bei einer Blickbewegung und insbesondere -senkung. Die Hauptkrümmungen eines jeden Punktes dieser Linie sind derart gewählt worden, daß die gewünschte Zunahme des Flächenbrechwertes vom Fernteil zum Nahteil erreicht wird. Ausgehend von dieser Linie sind dann die Seitenbereiche der Fläche (mehr oder weniger) geeignet mit den unterschiedlichsten Verfahren bzw. Ansätzen berechnet worden.

Im Falle einer ebenen Hauptlinie (i.e. Hauptmeridian) wird das Brillenglas beim Einbau in eine Brillenfassung üblicherweise um ca.  $8^{\circ}$  bis  $10^{\circ}$  geschwenkt, so daß der Hauptmeridian entsprechend der Konvergenz der Augen schräg von oben nach unten verläuft. Progressive Brillengläser mit ebenem Hauptmeridian sind beispielsweise in der US-PS 2 878 721 oder der DE-AS 20 44 639 beschrieben.

Auf diese Druckschriften - wie auch auf alle im folgenden genannten Druckschriften - wird im übrigen zur Erläuterung aller hier nicht näher beschriebenen Begriffe ausdrücklich Bezug genommen.

Da der Verlauf der Hauptblicklinie auf einer Brillenglas-Fläche keine gerade bzw. ebene Linie ist, stellt die Verwendung eines ebenen Hauptmeridians immer einen

Kompromiß dar. Deshalb ist es bereits seit langem vorgeschlagen worden, als "Konstruktionsrückgrat" für eine progressive Fläche eine gewundene Linie - auch als Hauptlinie bezeichnet - zu verwenden, deren Verlauf  
5    möglichst gut dem tatsächlichen, durch die Physiologie und nicht den Aufbau des Brillenglases (!) vorgegebenen Verlauf der Hauptblicklinie folgt.

Progressive Brillengläser mit einer gewundenen Hauptlinie sind in vielen Patentveröffentlichungen beschrieben.  
10

Nur exemplarisch soll auf die US-PS 4 606 622 verwiesen werden. In dieser Druckschrift sind jedoch keine Angaben darüber zu finden, wie der Verlauf der Hauptlinie mit der Hauptblicklinie "in Deckung" gebracht wird.  
15

Zwar beschäftigen sich verschiedene andere Druckschriften mit dem Verlauf der Hauptlinie, die dort gemachten Ansätze sind jedoch - wie im folgenden dargelegt werden wird - unzureichend:  
20

Bei den in der DE-C-42 38 067 und der DE-C-43 42 234 beschriebenen Flächen wird der Verlauf der Hauptlinie durch Geradenstücke zusammengesetzt; dabei variieren die Winkel der Geraden in Abhängigkeit von der Addition. Die Hauptlinie durch Geradenstücke zusammenzusetzen ist ein ungeeigneter Ansatz, da die Hauptlinie zweimal differenzierbar sein muß. Die Hauptlinie nur in Abhängigkeit von der Addition zu variieren, um sie mit der Hauptblicklinie zur Deckung zu bringen, ist ebenfalls unzureichend, da die Hauptblicklinie von vielen weite-  
25  
30

ren Größen abhängt. Weiterhin wird in diesem Druckschriften kein Verfahren angegeben, wie man nun um diese Hauptlinie eine progressive Fläche konstruiert, die entlang der Hauptlinie vorgegebene Eigenschaften aufweist.

In der Europäischen Patentanmeldung 88 307 917 wird beschrieben, daß der Verlauf der Hauptlinie in Abhängigkeit von der - und nur der - Addition variiert werden soll. Ansonsten wird Verlauf der Hauptlinie vorgegeben, wohl in der Hoffnung, daß er mit der Hauptblicklinie übereinstimmt.

In der DE-A-196 12 284, in der die in dieser Anmeldung gemachte Unterscheidung zwischen Hauptlinie (Konstruktionslinie wenigstens einer Fläche des Brillenglases) und Hauptblicklinie (physiologische Eigenschaft) nicht gemacht wird, und stattdessen nur von einer Hauptblicklinie (letztlich als Eigenschaft des Brillenglases) gesprochen wird, ist ein Brillenglas beschrieben, dessen Hauptlinie - genauer gesagt der Versatz der Hauptlinie - in Abhängigkeit von der Fernteilwirkung (stärkerer Hauptschnitt) und der Addition variiert. Ob eine derartige Hauptlinie mit der tatsächlichen Hauptblicklinie übereinstimmt, wird nicht näher untersucht. Auch ist kein Verfahren zur Bestimmung der Hauptblicklinie angegeben. Ebenso wird nicht berücksichtigt, daß die Hauptblicklinie von vielen weiteren Parametern abhängt und bei einer alleinigen Variation der Hauptlinie nur von der Addition und der Fernteilwirkung diese nicht mit der tatsächlichen Hauptblicklinie übereinstimmen kann.



In der Patentanmeldung PCT/DE95/00438 wird eine Hauptlinie beschrieben, deren Verlauf die Form

$$x_0(y) = b + a - \frac{a}{1 + e^{c(y+d)}}$$

5 hat. Wie man diese Hauptlinie der Hauptblicklinie anpaßt wird nicht näher beschrieben.

Erfindungsgemäß ist erkannt worden, daß diese Form in vielen Fällen, z.B. bei astigmatischer Verordnung mit schräger Achslage, nicht ausreicht, um die Hauptlinie  
10 mit der Hauptblicklinie in Übereinstimmung zu bringen.

In der DE-A-43 37 369 wird ein Verfahren zur Berechnung eines Streifens zweiter Ordnung beschrieben. Ein Verfahren zur Berechnung eines Streifens zweiter Ordnung,  
15 der mit der Hauptblicklinie übereinstimmt, wird nicht angegeben.

#### Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren  
20 zum Berechnen eines progressiven Brillenglases anzugeben, bei dem entlang einer Linie - im folgenden Hauptlinie genannt - bestimmte Eigenschaften vom Brechwert und Astigmatismus vorliegen, und diese Linie mit der Hauptblicklinie übereinstimmt. Ferner soll ein ent-  
25 sprechendes Herstellverfahren angegeben werden.

Eine erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist im Patentanspruch 1 angegebenen. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 18. In den An-  
30 sprüchen 19 und 20 sind Verfahren zur Herstellung entsprechender Flächen bzw. Brillengläser angegeben.

- Der Erfindung liegt der Grundgedanke zugrunde, von der in der Vergangenheit üblichen Vorgabe einer Hauptlinie - gegebenenfalls in Abhängigkeit von bestimmten Parametern - als bei der Optimierung der Fläche unveränderliches Konstruktionsrückgrad der progressiven Fläche abzugehen, und stattdessen umgekehrt vorzugehen, d. h. zuerst die Hauptblicklinie auf einer in erster Näherung berechneten Fläche zu bestimmen und dann den Verlauf der Hauptlinie und damit die Fläche dem tatsächlichen Verlauf der Hauptblicklinie anzupassen. Nur aufgrund dieser erfindungsgemäßen Vorgehensweise ist es möglich, diese beiden Linien zur Übereinstimmung zu bringen.
- 15 Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich insbesondere durch folgende Schritte aus:
- a. als Anfangswerte werden ein Verlauf der Projektion  $x_0(y)$  der Hauptlinie in die  $x, y$ -Ebene sowie Eigenschaften des Brillenglases längs der Hauptlinie unter Berücksichtigung der sphärischen, zylindrischen sowie gegebenenfalls prismatischen Verordnungs-  
20 nungswerte und der Addition sowie der Pupillendistanz vorgegeben und mit diesen Vorgaben zumindest ein Streifen zweiter Ordnung der progressive Fläche eines Brillenglases berechnet,
  - 25 b. es wird eine Objektabstandsfunktion  $A_l(y)$  vorgegeben, die die Änderung der Objektentfernung bei einer Blickbewegung und insbesondere einer Blicksenkung beschreibt,
  - 30 c. in jedem Horizontalschnitt des progressiven Brillenglases wird der Durchstoßpunkt des Hauptstrahls durch die progressive Fläche bestimmt, für den der

- Abstand des Schnittpunkts dieses Hauptstrahles mit einer Ebene, die die Pupillendistanz halbiert, gleich dem durch die Objektabstandsfunktion  $A_1(y)$  gegebenen Objektabstand ist,
- 5 d. für die Gesamtheit dieser in der Hauptblicklinie liegenden Durchstoßpunkte wird der Verlauf der Projektion  $x'_0(y)$  in die  $x,y$ -Ebene berechnet,
- e. der Verlauf  $x'_0(y)$  wird gleich  $x_0(y)$  gesetzt und die Übereinstimmung geprüft,
- 10 f. anschließend werden die Schritte a. bis e. solange iterativ wiederholt, bis die Projektion  $x'_0(y)$  der Hauptblicklinie (innerhalb vorgegebbarer Grenzen) gleich dem Verlauf der für die Berechnung der entsprechenden Fläche verwendeten Projektion  $x_0(y)$  der
- 15 Hauptlinie ist.

Die Hauptlinie als gewundene Linie ist eindeutig definiert durch zwei Projektionen, beispielsweise die Projektion  $x_0(y)$  in die  $x,y$ -Ebene und die Projektion  $z_0(y)$

20 in die  $y,z$ -Ebene.

Zur Berechnung eines auf einer Hauptlinie, deren Verlauf zumindest innerhalb vorgegebbarer Grenzen mit der Hauptblicklinie übereinstimmt, basierenden Brillenglasses bzw. der entsprechenden progressiven Fläche gibt

25 man sich zunächst einen beispielsweise auf Erfahrungswerten basierenden Verlauf der Projektion  $x_0(y)$  der Hauptlinie vor und konstruiert dann mit dieser Projektion und den anderen Vorgaben von Eigenschaften längs

30 der Hauptlinie ein Brillenglas zumindest als Streifen zweiter Ordnung.

Als nächstes berechnet man die Durchstoßpunkte der Hauptstrahlen durch das progressive Brillenglas, also der Strahlen, die durch den Augendrehpunkt verlaufen. In jedem Horizontalschnitt wählt man nun den Durchstoßpunkt durch die progressive Fläche aus, bei dem der Abstand vom Durchstoßpunkt durch die Vorderfläche bis zum Schnittpunkt des Hauptstrahles mit der Mittelebene, also der senkrechten Ebene die die Pupillendistanz halbiert, dem vorgegebenen Objektabstand  $A_1(y)$  entspricht.

5 Die Objektabstandsfunktion  $A_1(y)$  kann beispielsweise empirisch ermittelt oder meßtechnisch für einen bestimmten Brillenträger erfaßt werden.

10

Die so ermittelten Durchstoßpunkte durch die progressive Fläche bilden die Hauptblicklinie. Nunmehr setzt man die Projektion  $x_0(y)$  der Hauptlinie gleich der Hauptblicklinie, konstruiert also das Brillenglas ein zweites Mal und berechnet wiederum die Hauptblicklinie. Dies wiederholt man bis Hauptlinie und Hauptblicklinie übereinstimmen. In der Regel reicht dafür bereits ein Iterationsschritt aus.

15

20

Die bei der Berechnung des Brillenglases vorgegebenen Eigenschaften können beispielsweise Flächeneigenschaften und insbesondere der Flächenastigmatismus  $A_0(y)$  und die mittlere Flächenbrechkraft  $D_0(y)$  auf der Hauptlinie sein, wobei als Anfangsbedingungen die Pfeilhöhe  $z$  und die Ableitungen  $\delta z / \delta x$  und  $\delta z / \delta y$  in einem Punkt auf Hauptlinie vorgegeben werden.

25

Solch ein progressives Brillenglas kann man mit einer gewundenen Hauptlinie und jeden Horizontalschnitt z.B. mit einer Potenzreihe beschreiben.

- 5 Jeden Horizontalschnitt kann man dann mit

$$z(x, y_c) = x_0(y_c) + z_0(y_c) + \sum_{i=1}^n a_i \cdot (x - x_0(y_c))^i$$

oder die ganze Fläche mit

$$z(x, y) = x_0(y) + z_0(y) + \sum_{i=1}^n a_i(y) \cdot (x - x_0(y))^i$$

beschreiben.

10

Durch die Vorgaben der Projektion der Hauptlinie und eines bestimmten Flächenastigmatismus und einer bestimmten mittleren Flächenbrechwerths entlang der Hauptlinie sowie der Anfangsbedingungen - Pfeilhöhe  $z$  und

- 15 die beiden Ableitungen

$$\frac{\partial z}{\partial x} \quad \text{und} \quad \frac{\partial z}{\partial y}$$

an einer bestimmten Stelle, ist ein sogenannter Streifen 2. Ordnung eindeutig bestimmt. Es ergeben sich also genau

- 20 eine Projektion  $z_0(y)$  und

jeweils ein Koeffizientenverlauf  $a_1(y)$  und  $a_2(y)$ .

- 25 Berechnen lassen sich diese Größen entweder durch Lösen des Differentialgleichungssystem oder mit Hilfe einer Zielfunktion. Die Koeffizienten höherer Ordnung  $a_3(y)$  bis  $a_n(y)$  (daher auch der Begriff „Streifen zweiter Ordnung“) sind frei wählbar und können zur Optimierung der Peripherie des Brillenglases benutzt werden.

Selbstverständlich ist aber auch jede andere Flächen-  
darstellung möglich, die (mindestens) zweimal differen-  
zierbar ist.

5

Der vorgegebene Flächenastigmatismus  $A_0(y)$  ist dabei be-  
stimmt durch seinen Betrag und seine Achslage. Die Ab-  
weichung vom vorgegebenen Astigmatismus  $A_0(y)$  berechnet  
man dabei beispielsweise mit der Kreuzzylindermethode,  
10 die sowohl den Betrag als auch die Achslage berücksich-  
tigt.

Kreuzzylindermethode:

$$zyl_x = zyl_{ist} \cdot \cos(2 \cdot A_{ist}) - zyl_{soll} \cdot \cos(2 \cdot A_{soll})$$

$$zyl_y = zyl_{ist} \cdot \sin(2 \cdot A_{ist}) - zyl_{soll} \cdot \sin(2 \cdot A_{soll})$$

$$zyl_{res} = \sqrt{zyl_x^2 + zyl_y^2}$$

$$A_{res} = \arctan\left(\frac{zyl_y}{zyl_x}\right)$$

mit :

$zyl_{ist}, A_{ist}$  Ist-Zylinder (Brillenglas): Betrag und Achslage

$zyl_{soll}, A_{soll}$  Soll-Zylinder (Verordnung): Betrag und Achslage

$zyl_{res}, A_{res}$  Resultierender-Zylinder (Astigmatischer Fehler):  
Betrag und Achslage

15 Wenn beispielsweise die Verordnung lautet:

Zylinder: 2,5 dpt, Achse: 0 Grad nach TABO,

und das berechnete Brillenglas an einem Punkt auf der  
20 Hauptlinie eine Zylinderwirkung von 2,5 dpt und eine  
Achslage von 2 Grad hat, so erhält man als astigmati-  
schen Fehler

0,174 dpt.

Erfindungsgemäß ist es allerdings bevorzugt, wenn nicht  
Flächeneigenschaften, sondern Eigenschaften des Brillen-  
lenglases Eigenschaften in Gebrauchsstellung vorgegeben  
5 werden. Diese Eigenschaften können insbesondere der  
Astigmatismus und die Brechkraft der Kombination "Bril-  
lenglas/Auge" sein.

Zur Berechnung einer progressiven Fläche in der Ge-  
10 brauchsstellung wird eine Gebrauchssituation festge-  
legt. Diese bezieht sich entweder auf einen konkreten  
Nutzer, für den die einzelnen Parameter in der jeweili-  
gen Gebrauchssituation eigens ermittelt und die pro-  
gressive Fläche gesondert berechnet wird, oder auf  
15 Durchschnittswerte, wie sie beispielsweise in der DIN  
58 208 Teil 2 beschrieben sind.

Als Anfangsbedingung gibt man sich statt der Pfeilhöhe  
z die Dicke des Brillenglases und anstelle der beiden  
20 Ableitungen die prismatische Wirkung an einer bestimm-  
ten Stelle vor. Zusätzlich benötigt man noch die Flä-  
chenbeschreibung der zweiten Fläche, die insbesondere  
eine sphärische oder asphärische Fläche sein kann, und  
die Brechzahl des Brillenglases, die Pupillendistanz  
25 und den Augendrehpunktsabstand, die Vorneigung und Sei-  
tenneigung des Brillenglases und die Objektentfernungs-  
funktion  $A_1(y)$ .

Diese Werte können normierte bzw. Durchschnittswerte  
30 einer Gebrauchsstellung sein oder besser individuell  
ermittelte Daten des künftigen Brillenträgers. Dabei  
kann auch die tatsächliche Brillenfassung und deren An-

ordnung vor dem Auge des künftigen Brillenträgers bei der Bestimmung der Daten berücksichtigt werden.

5 Ziel des ersten Teils der Berechnung ist, daß die Projektion  $x_0(y)$  der Hauptlinie in die  $x,y$ -Ebene mit der Projektion der Hauptblicklinie in die  $x,y$ -Ebene übereinstimmt. Allein hierdurch wird nämlich erreicht, daß der Brillenträger entlang der Hauptblicklinie, bei der die Hauptsehaufgaben auftreten, die vorbestimmten (und  
10 damit optimalen) Eigenschaften erreicht.

Da die Hauptblicklinie aber auch von der prismatischen Wirkung in jedem Horizontalschnitt abhängt, kann - wie bereits ausgeführt - die Übereinstimmung nur iterativ  
15 erzielt werden.

Nach Lösung der Iterationsaufgabe erhält man ein Brillenglas, bei dem entlang der Hauptblicklinie die Abbildungseigenschaften exakt den vorgegebenen Werten entspricht. Dabei werden bei der Bestimmung der Hauptblicklinie alle individuellen Parameter wie Pupillendistanz, Augendrehpunktsabstand, sphärische, zylindrische und prismatische Verordnungsweite, Addition, Objektabstand, Vor- und Seitenneigung der Brille, Dicke, Brechzahl und Grundkurve des Brillenglases berücksichtigt.  
25

Die Funktionen, die den Verlauf der Projektion und der vorgegebenen Eigenschaften, wie des Flächenastigmatismus bzw. (Rest)-Astigmatismus des Systems Auge/ Brillenglas sowie der Flächenbrechkraft bzw. der Wirkung beschreiben, müssen (mindestens) zweimal stetig diffe-  
30



renzierbar und flexibel genug sein, um die vorgegebenen Eigenschaften wiederzugeben.

- 5 Geeignete Funktionen für die Projektion  $x_0(y)$  der Hauptlinie sowie die vorgegebenen Eigenschaften sind beispielsweise kubische oder höhergradige Splinefunktionen oder eine Funktion  $f(y)$  der Form

$$f(y) = b + a - \frac{a}{(1 + e^{c(y+d)})^m} + \sum_i g_i y^i$$

- 10 Ferner ist es nicht nur möglich, ausgehend von dem Streifen zweiter Ordnung, für den die Hauptlinie mit der Hauptblicklinie (zumindest innerhalb der vorgegebenen Grenzen) übereinstimmt, und auf dem die vorgegebenen Eigenschaften erreicht werden, die einzelnen Horizontal-
- 15 zontalschnitte ( $y = y_c$ ) über die folgende Funktion

$$z(x, y_c) = x_0(y_c) + z_0(y_c) + \sum_{i=1}^n a_i \cdot (x - x_0(y_c))^i$$

- zu berechnen, sondern auch - wiederum ausgehend von dem Streifen zweiter Ordnung, in dem die Hauptlinie mit der Hauptblicklinie (zumindest innerhalb der vorgegebenen
- 20 Grenzen) übereinstimmt - die gesamte Fläche mittels kubischer oder höherer Splinefunktionen und üblicher Optimierungsverfahren zu berechnen.

- Das erfindungsgemäße Verfahren kann bei beliebigen Flächen eingesetzt werden, wie beispielsweise bei Brillen-
- 25 gläsern, bei denen die progressive Fläche die Vorderfläche ist, und die in einer bestimmten Abstufung (Basiskurvensystem) als Blanks gefertigt werden.

Besonders bevorzugt wird das erfindungsgemäße Verfahren jedoch bei Brillengläsern eingesetzt, bei denen die progressive Fläche die augenseitige Fläche ist und individuell für einen bestimmten Brillenträger berechnet  
5 wird. Die Vorderfläche kann dabei eine sphärische oder asphärische Fläche und insbesondere eine torische bzw. atorische Fläche sein, wobei die von der torischen bzw. atorischen Fläche aufgebrachte Zylinderwirkung nicht notwendigerweise zur Kompensation eines Astigmatismus  
10 des jeweiligen Auges dienen muß. Die Torizität kann auch aus kosmetischen Gründen gewählt werden, wie dies in einer älteren Anmeldung beschrieben ist.

Die erfindungsgemäß berechnete progressive Fläche kann  
15 dabei in an sich bekannter Weise dazu dienen, ein progressives Brillenglas mittels jedes flächenformenden bzw. flächenbearbeitenden Verfahrens herzustellen.

Beispielsweise können die Flächendaten direkt zur  
20 Steuerung einer Schleifmaschine und gegebenenfalls auch zur Steuerung des Poliervorgangs eines Brillenglas-Rohlings aus beliebigem Silikatglas oder einem Kunststoffmaterial (mit allen Brechungsindices) eingesetzt werden. Entsprechende numerisch gesteuerte Schleif-und  
25 Poliermaschinen sind allgemein bekannt.

Selbstverständlich können die Flächendaten auch zur Herstellung von Gießformen für das Gießen, von Absenkformen oder von Stempeln für das Pressen von Brillengläsern aus einem Kunststoffmaterial verwendet werden.  
30

Dabei ist es in bekannter Weise möglich, auf die ermittelten Flächendaten "Vorhalte-Daten", die Fehler beim Fertigungsprozeß berücksichtigten, aufzuaddieren. Auch können die Fehler der zweiten, vorgefertigten Fläche, die insbesondere meßtechnisch ermittelt worden sind, bei der Berechnung der progressiven Fläche berücksichtigt werden.

Entsprechend gilt, daß die Daten für die zweite Fläche und die Anordnung der beiden Flächen relativ zueinander für die Herstellung des Brillenglases durch Bearbeitung der zweiten Fläche bzw. die Anordnung der zweiten Gießform relativ zur Gießform für die progressive Fläche verwendet werden können.

15

#### Kurze Beschreibung der Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben, auf die im übrigen hinsichtlich der Offenbarung aller im Text nicht näher erläuterten erfindungsgemäßen Einzelheiten ausdrücklich verwiesen wird. Es zeigen:

25 Fig. 1a - 6a die Isolinien der astigmatischen Abweichung,

Fig. 1b - 6b die Isolinien des mittleren Gebrauchswerts,

30

Fig. 1c - 6c die Isolinien des Flächenastigmatismus,

- Fig. 1d - 6d die Isolinien der mittleren Flächenbrechkraft für erfindungsgemäße Brillengläser,
- 5 Fig. 7a - 10a die Pfeilhöhen weiterer Ausführungsbeispiele,
- Fig. 7b - 10b die Isolinien der astigmatischen Abweichung,
- 10 Fig. 7c - 10c die Isolinien des mittleren Gebrauchswerts,
- Fig. 7d - 10d die Isolinien des Flächenastigmatismus,
- 15 Fig. 7e - 10e die Isolinien der mittleren Flächenbrechkraft für erfindungsgemäße Brillengläser.

## 20 Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Bei allen dargestellten Ausführungsbeispielen ist die progressive Fläche ohne Beschränkung der Allgemeinheit die augenseitige Fläche. Bei der Vorderfläche handelt es sich um eine sphärische oder um eine torische Fläche.

25

In allen Figuren ist die Abszisse (x-Achse) die horizontale Achse und der Ordinate (y-Achse) die vertikale Achse in Gebrauchsstellung.

30

Das in den Figuren 1 dargestellte Ausführungsbeispiel hat im Fernteil einen mittleren Gebrauchswerts von 5 dpt; die Addition beträgt 1 dpt.

- 35 Die in den Figuren 2 und 3 dargestellten Ausführungsbeispiele haben im Fernteil den gleichen mittleren Gebrauchswert, ihre Addition beträgt jedoch 2 bzw. 3 dpt.

Die in den Figuren 4 bis 6 dargestellten Ausführungsbeispiele haben im Fernteil einen mittleren Gebrauchswert von -1,0 dpt, der Addition beträgt 1, 2 bzw. 3 dpt.

5

Der Fern- und der Nahbezugspunkt sind jeweils mit Kreisen dargestellt, der Zentrierpunkt ist mit einem Kreuz bezeichnet - ihre Lage ist den jeweiligen Figuren zu entnehmen. Weiterhin ist der Verlauf der Hauptlinie, die erfindungsgemäß ermittelt worden ist, eingezeichnet.

Die Teilfiguren a der Figuren 1 bis 6 zeigen die astigmatistische Abweichung innerhalb eines Kreises mit dem Radius 30 mm um einen Punkt, der 4 mm unterhalb des sogenannten Zentrierkreuzes liegt. Die astigmatistische Abweichung ist der "Rest-Astigmatismus" des Systems Brillenglas/Auge und ist mittels sogenannter Isolinien beginnend mit der Isolinie 0,25 dpt dargestellt. Die Isolinien geben die Abweichung des Astigmatismus bzgl. Betrag und Achslage von der zylindrischen Verordnung - im Falle eines astigmatismusfreien Auges 0 dpt - an.

Die Teilfiguren b zeigen entsprechend die Isolinien für den mittleren Gebrauchswert dieser Ausführungsbeispiele der Erfindung. Der mittlere Gebrauchswert D ist der Mittelwert der Kehrwerte der bildseitigen Schnittweiten S'1 und S'2 minus der Objektentfernung, also der objektseitigen Schnittweite S

30

$$D = 0,5 * (S'1 + S'2) - S$$

und ist ebenfalls in Form sogenannter Isolinien beginnend mit der Isolinie 0,75 dpt dargestellt.

5 Entsprechend sind in den Teilfiguren c und d die Isolinien der Flächendaten, nämlich der Flächenastigmatismus und der mittlere Flächenbrechwert dargestellt. Zur Definition dieser Flächendaten wird auf die einleitenden Ausführungen verwiesen.

10 Die Fig. 1 bis 6 zeigen, daß sowohl der Fernteil als auch der Nahteil relativ groß sind. Weiterhin nimmt im Fernteil der mittlere Gebrauchswert zur Peripherie hin kaum zu, im Nahteil nur wenig ab. Die maximale astigmatische Abweichung ist sehr gering, der Unterschied zwischen der maximalen Abweichung nasal und temporal unbe-  
15 deutend.

Allen vier in den Fig. 7 bis 10 dargestellten Ausführungsbeispielen ist gemeinsam, daß sie im Fernbezugspunkt eine sphärische Wirkung (mittlerer Gebrauchswert)  
20 von -1 dpt und eine Addition von 2 dpt haben. Eine astigmatische Verordnung ist nicht vorhanden. In allen Figuren ist die Abszisse (x-Achse) die horizontale Achse und der Ordinate (y-Achse) die vertikale Achse in  
25 Gebrauchsstellung.

Der Fern- und der Nahbezugspunkt sind in den jeweiligen Figuren b-e jeweils mit Kreisen dargestellt, der Zentrierpunkt ist mit einem Kreuz bezeichnet - ihre Lage  
30 ist den jeweiligen Figuren zu entnehmen. Weiterhin ist der Verlauf der Hauptlinie, die erfindungsgemäß ermittelt worden ist, eingezeichnet.

Die Teilfiguren a geben die Pfeilhöhen der progressiven augenseitigen Fläche für die jeweiligen Ausführungsbeispiele an. Unter Pfeilhöhen versteht man den Abstand  
5 eines Punktes mit den Koordinaten x und y (horizontale bzw. vertikale Achse in der Gebrauchsstellung des Brillenglases) von der Tangentialebene des Flächenscheitels. In den Tabellen sind jeweils in der linken Spalte die y-Werte (von -20 bis +20 mm) und in der obersten  
10 Zeile ab der Spalte 2 folgende die x-Werte (von -20 bis + 20mm) aufgetragen. Die Pfeilhöhen sind ebenfalls in Millimeter angeben. Der Wert 0 bedeutet, daß für diese x,y-Koordinaten keine Pfeilhöhe angegeben wird.

15 Die Teilfiguren b der Figuren 7 bis 10 zeigen die astigmatische Abweichung innerhalb eines Kreises mit dem Radius 30 mm um einen Punkt, der 4 mm unterhalb des sogenannten Zentrierkreuzes liegt. Die astigmatische Abweichung ist der "Rest-Astigmatismus" des Systems  
20 Brillenglas/Auge und ist mittels sogenannter Isolinien beginnend mit der Isolinie 0,25 dpt dargestellt. Die Isolinien geben die Abweichung des Astigmatismus bzgl. Betrag und Achslage von der zylindrischen Verordnung - im Falle eines astigmatismusfreien Auges 0 dpt - an.

25 Die Teilfiguren c zeigen entsprechend die Isolinien für den mittleren Gebrauchswert dieser Ausführungsbeispiele der Erfindung. Der mittlere Gebrauchswert D ist der Mittelwert der Kehrwerte der bildseitigen Schnittweiten  
30 S'1 und S'2 minus der Objektentfernung, also der objektseitigen Schnittweite S

$$D = 0,5 * (S'1 + S'2) - S$$

und ist ebenfalls in Form sogenannter Isolinen beginnend mit der Isolinie 0,75 dpt dargestellt.

- Entsprechend sind in den Teilfiguren d und e die Isolinen der Flächendaten, nämlich der Flächenastigmatismus und der mittlere Flächenbrechwert dargestellt. Zur Definition dieser Flächendaten wird auf die einleitenden Ausführungen verwiesen.
- 10 Die in den Fig. 7 bis 10 dargestellten Ausführungsbeispiele weisen folgende individualisierte Gebrauchsbedingungen auf:

Beispiel	Fig. 7	Fig. 8	Fig. 9	Fig. 10
Dlx	4,55	4,55	3,41	3,41
Dly	4,55	4,55	3,41	3,98
n	1,597	1,597	1,597	1,597
d	1,59	1,59	1,59	1,59
DRP	1,0	1,0	1,0	1,0
PD	63	71	63	63
HSA	15	15	10	10
Vorneigung	0	8	8	8

- 15 Hierbei bedeuten:
- Dlx Brechwert der Vorderfläche in x-Richtung (dpt)
- Dly Brechwert der Vorderfläche in y-Richtung (dpt)
- n Brechungsindex des Glasmaterials
- d Mittendicke der Brillenlinse in mm
- 20 DRP Dickenreduktionsprisma in cm/m
- PD Pupillenabstand in mm
- HSA Hornhaut/Scheitel-Abstand in mm
- Vorneigung des Brillenglases in Grad.
- 25 Trotz der individualisierten Gebrauchsbedingungen und des bei dem Beispiel gemäß Fig. 10 aus kosmetischen Gründen eingeführten Flächenastigmatismus der Vorder-



fläche unterscheiden sich die Isolinien in Gebrauchsstellung praktisch nicht, obwohl sich die Flächenwerte z.T. deutlich unterscheiden.

- 5 Selbstverständlich können die erfindungsgemäßen Verfahren auch auf die Berechnung und Herstellung von Brillengläsern mit zwei progressiven Flächen und/oder mit (zusätzlich) variierendem Brechnungsindex übertragen werden.

10

PATENTANSPRÜCHE

- 5     1.     Verfahren zum Berechnen eines Brillenglases mit
- einem zum Blicken in größere Entfernungen und  
         insbesondere „ins Unendliche“ ausgelegten Be-  
         reich (Fernteil),
  - einem zum Blicken in kürzere Entfernungen und  
10        insbesondere „Lese-Entfernungen“ ausgelegten  
         Bereich (Nahteil), und
  - einer zwischen Fernteil und Nahteil angeord-  
         neten Progressionszone, in der die Wirkung  
         des Brillenglases von dem Wert in dem im  
15        Fernteil gelegenen Fernbezugspunkt auf den  
         Wert des im Nahteil gelegenen Nahbezugspunk-  
         tes längs einer zur Nase hin gewundenen Kurve  
         (Hauptlinie) um einen als Addition bezeichne-  
         ten Wert zunimmt,
- 20     gekennzeichnet durch folgende Schritte:
- a.       als Anfangswerte werden ein Verlauf der Pro-  
         jektion  $x_0(y)$  der Hauptlinie in die  $x,y$ -Ebene  
         sowie Eigenschaften des Brillenglases längs  
         der Hauptlinie unter Berücksichtigung der  
25        sphärischen, zylindrischen sowie gegebenen-  
         falls prismatischen Verordnungs- und der  
         Addition sowie der Pupillendistanz vorgegeben  
         und mit diesen Vorgaben zumindest ein Strei-  
         fen zweiter Ordnung der progressive Fläche  
30        eines Brillenglases berechnet,
  - b.       es wird eine Objektabstandsfunktion  $Al(y)$   
         vorgegeben, die die Änderung der Objektent-

- fernung bei einer Blickbewegung und insbesondere einer Blicksenkung beschreibt,
- 5 c. in jedem Horizontalschnitt des progressiven Brillenglases wird der Durchstoßpunkt des Hauptstrahls durch die progressive Fläche bestimmt, für den der Abstand des Schnittpunkts dieses Hauptstrahles mit einer Ebene, die die Pupillendistanz halbiert, gleich dem durch die Objektabstandsfunktion  $A_1(y)$  gegebenen Objektabstand ist,
- 10 d. für die Gesamtheit dieser in der Hauptblicklinie liegenden Durchstoßpunkte wird der Verlauf der Projektion  $x'_0(y)$  in die  $x,y$ -Ebene berechnet,
- 15 e. der Verlauf  $x'_0(y)$  wird gleich  $x_0(y)$  gesetzt und die Übereinstimmung geprüft,
- f. anschließend werden die Schritte a. bis e. solange iterativ wiederholt, bis die Projektion  $x'_0(y)$  der Hauptblicklinie (innerhalb vorgegebbarer Grenzen) gleich dem Verlauf der für die Berechnung der entsprechenden Fläche verwendeten Projektion  $x_0(y)$  der Hauptlinie ist.
- 20
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die vorgegebenen Eigenschaften des Brillenglases Flächeneigenschaften sind.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Flächeneigenschaf-

ten der Flächenastigmatismus  $A_0(y)$  und die Flächenbrechkraft  $D_0(y)$  sind.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,  
5 dadurch gekennzeichnet, daß als Anfangsbedingungen die Pfeilhöhe  $z$  und die Ableitungen  $\delta z/\delta x$  und  $\delta z/\delta y$  an einer bestimmten Stelle der Hauptlinie vorgegeben werden.
- 10 5. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebenen Eigenschaften des Brillenglases Eigenschaften in Gebrauchsstellung sind.
- 15 6. Verfahren nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebenen Eigenschaften der Astigmatismus und die Brechkraft der Kombination "Brillenglas/Auge" sind.
- 20 7. Verfahren nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß als Anfangsbedingungen die Dicke des Brillenglases und die prismatische Wirkung an einer bestimmten Stelle vorgegeben werden.
- 25 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß als weitere Anfangsbedingungen die Flächenbeschreibung der zweiten Fläche und die Brechzahl des Brillenglases vorgegeben  
30 werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß zusätzlich die Pupillendistanz, der Augendrehpunktsabstand sowie die Vorneigung und die Seitenneigung des Brillenglases als Anfangsbedingungen vorgegeben werden.
10. Verfahren nach Anspruch 9,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß diese Größen sowie die Objektabstandsfunktion  $A_1(y)$  als Durchschnittswerte vorgegeben werden.
11. Verfahren nach Anspruch 9,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß diese Größen sowie die Objektabstandsfunktion  $A_1(y)$  als die individuell ermittelte Daten des künftigen Brillenträgers vorgegeben werden.
12. Verfahren nach Anspruch 11,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß zusätzlich die Form der tatsächlichen Brillenfassung und deren Anordnung vor den Augen des Brillenträgers berücksichtigt werden.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Projektion  $x_0(y)$  der Hauptlinie sowie die vorgegebenen Eigenschaften durch kubische oder höhergradige Splinefunktionen oder eine Funktion  $f(y)$  der Form
- $$f(y) = b + a - \frac{a}{(1 + e^{c(y+d)})^m} + \sum_i g_i y^i$$
- beschrieben werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß ausgehend von den  
Streifen zweiter Ordnung, für den die Hauptlinie  
mit der Hauptblicklinie (zumindest innerhalb der  
vorgegebenen Grenzen) übereinstimmt, die einzelnen  
Horizontalschnitte ( $y = y_c$ ), die durch

$$z(x, y_c) = x_0(y_c) + z_0(y_c) + \sum_{i=1}^n a_i \cdot (x - x_0(y_c))^i$$

beschrieben werden, berechnet werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß ausgehend von dem  
Streifen zweiter Ordnung, in dem die Hauptlinie  
mit der Hauptblicklinie (zumindest innerhalb der  
vorgegebenen Grenzen) übereinstimmt, die gesamte  
Fläche mittels Splinefunktionen und üblicher Opti-  
mierungsverfahren berechnet wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß der Objektabstand der  
Abstand vom Durchstoßpunkt des Hauptstrahls durch  
die Vorderfläche bis zum Schnittpunkt des Haupt-  
strahles mit der Mittelebene ist, die die Pupil-  
lendistanz halbiert.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß die progressive Fläche  
die augenseitigen Fläche ist.

18. Verfahren nach Anspruch 17,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Vorderfläche eine  
sphärische oder asphärische Fläche ist.

19. Verfahren zur Herstellung eines Brillenglases, von  
Gießformen für das Gießen, von Absenkformen oder  
von Stempeln für das Pressen von Brillengläsern  
5 aus einem Kunststoffmaterial,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Daten einer nach  
einem der Ansprüche 1 bis 18 berechneten Fläche  
für die Herstellung der progressiven Fläche bzw.  
der Gießform, der Absenkform oder des Preßstempels  
10 mittels eines flächenformenden bzw. flächenbear-  
beitenden Verfahrens verwendet werden.
20. Verfahren nach Anspruch 19,  
dadurch **gekennzeichnet**, daß die Daten für die  
15 zweite Fläche und die Anordnung der beiden Flächen  
relativ zueinander für die Herstellung des Brill-  
lenglases durch Bearbeitung der zweiten Fläche  
bzw. die Anordnung der zweiten Gießform relativ  
zur Gießform für die progressive Fläche verwendet  
20 werden.

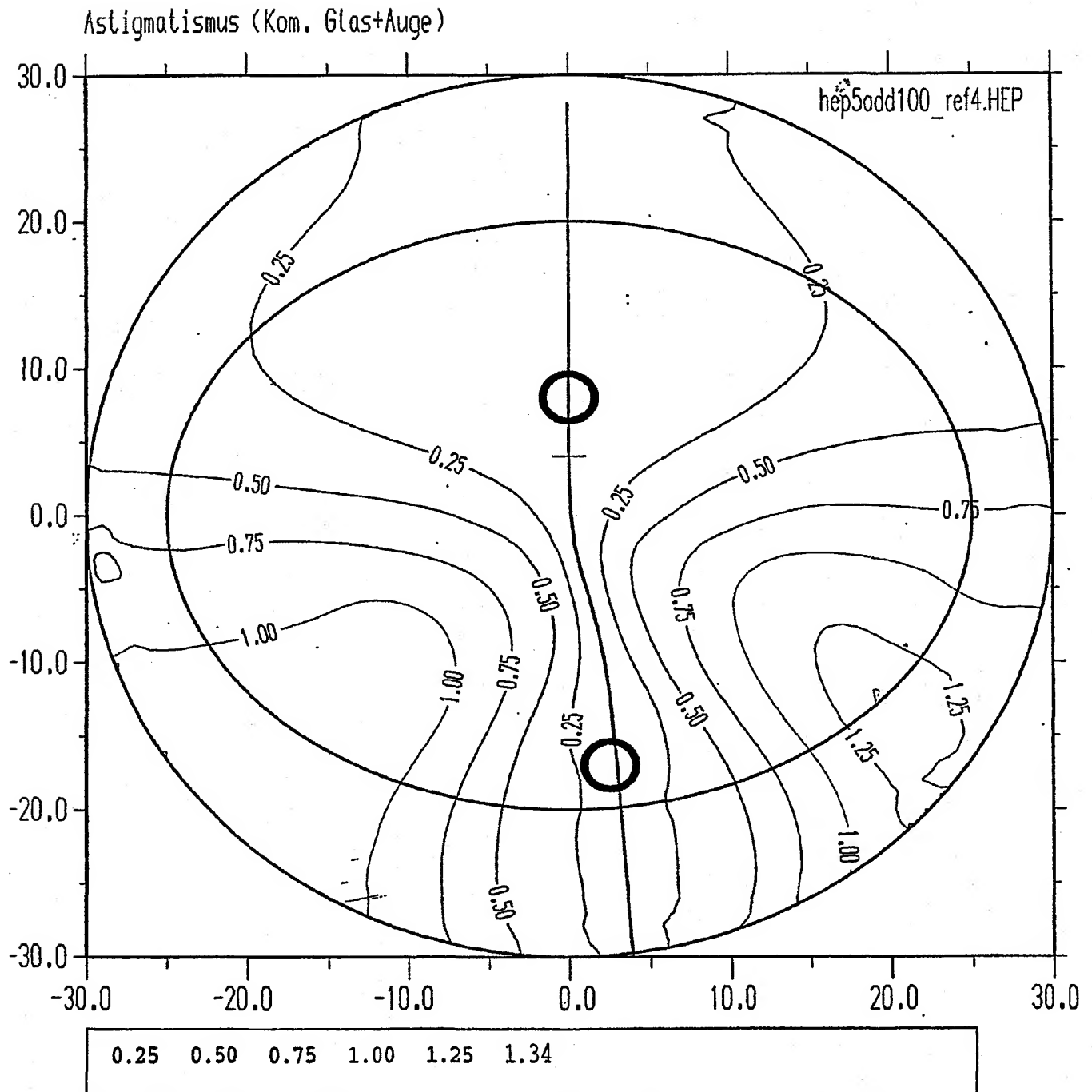


Fig. 1a



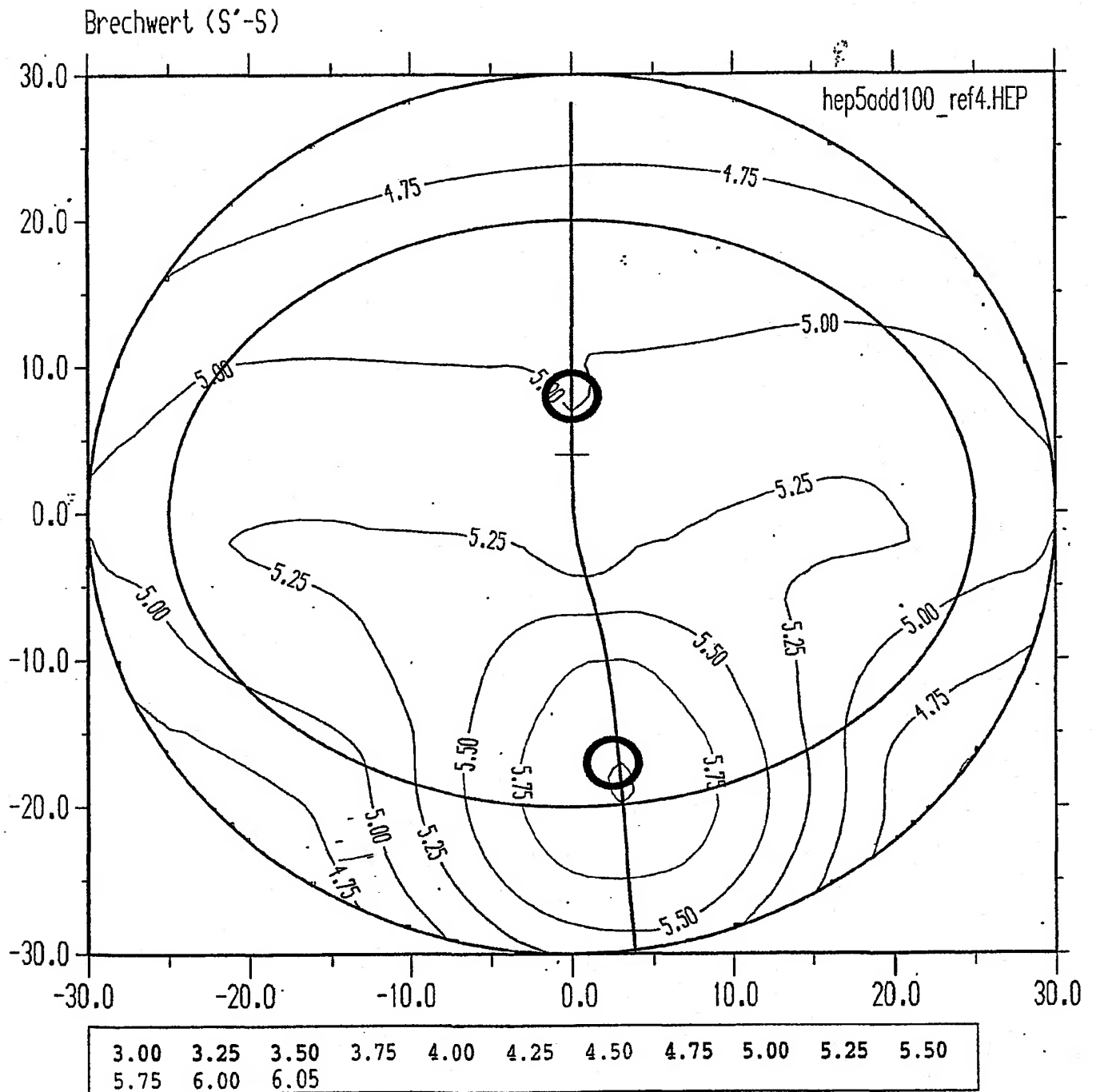


Fig. 16

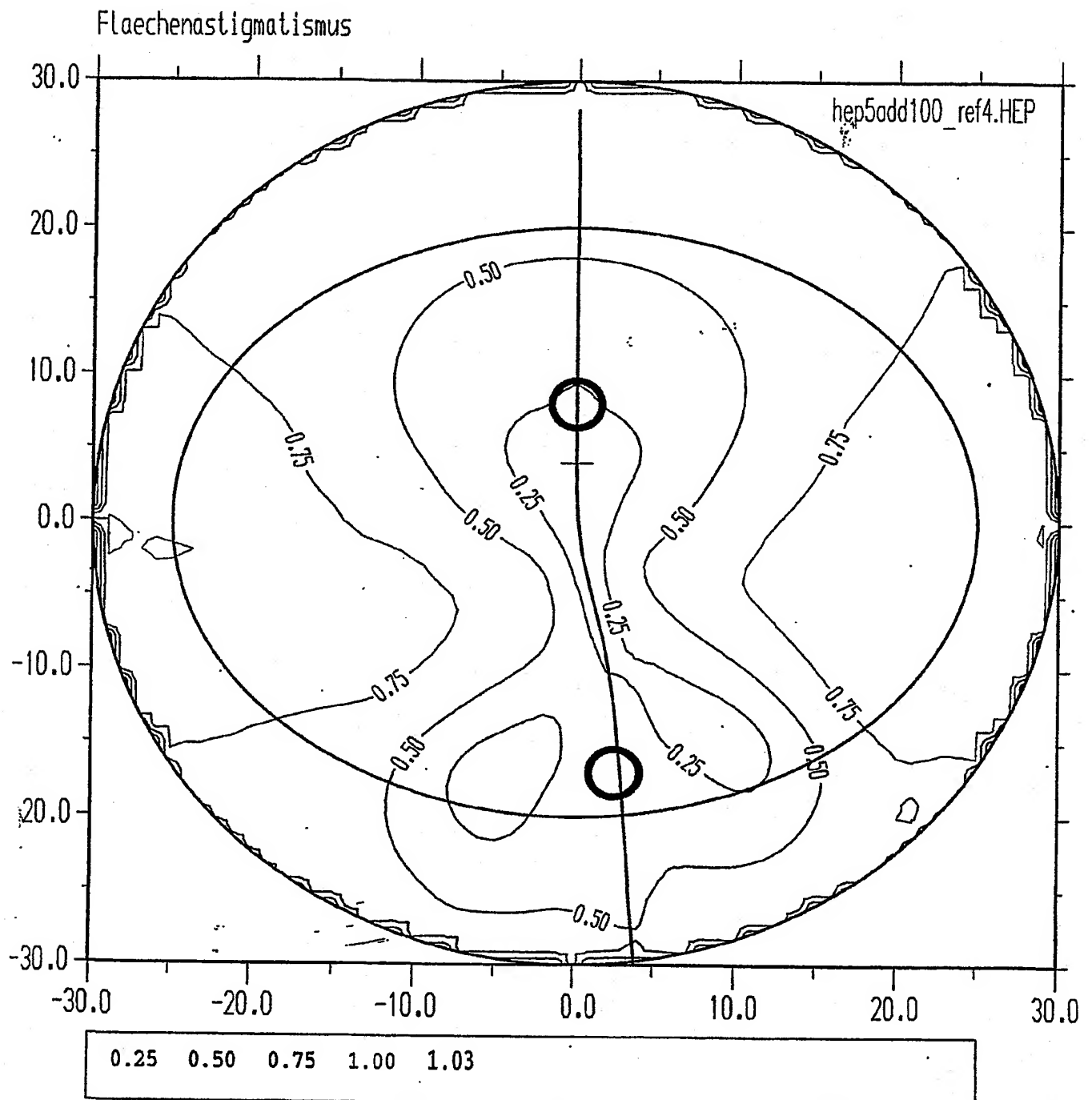


Fig. 1c

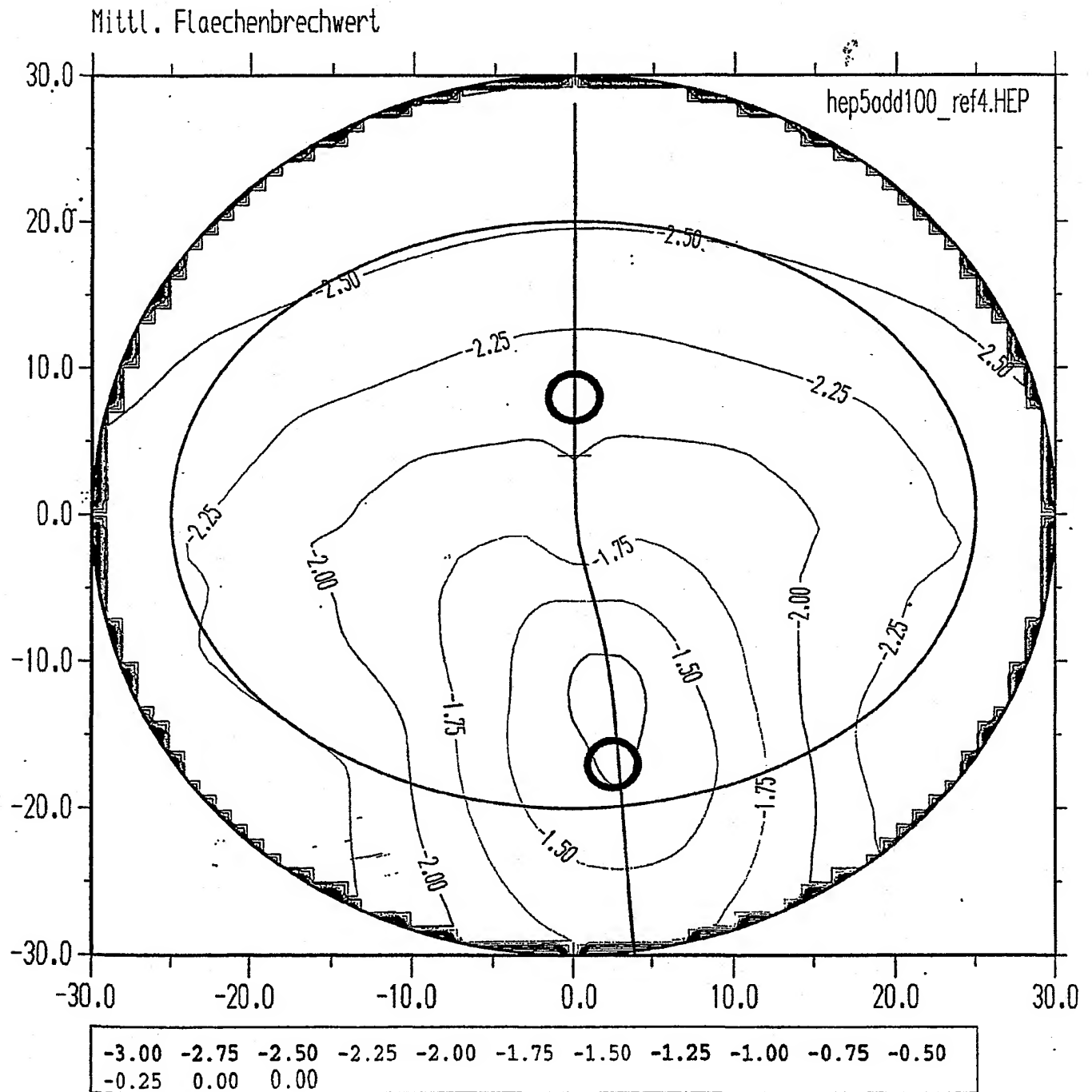


Fig. 1d

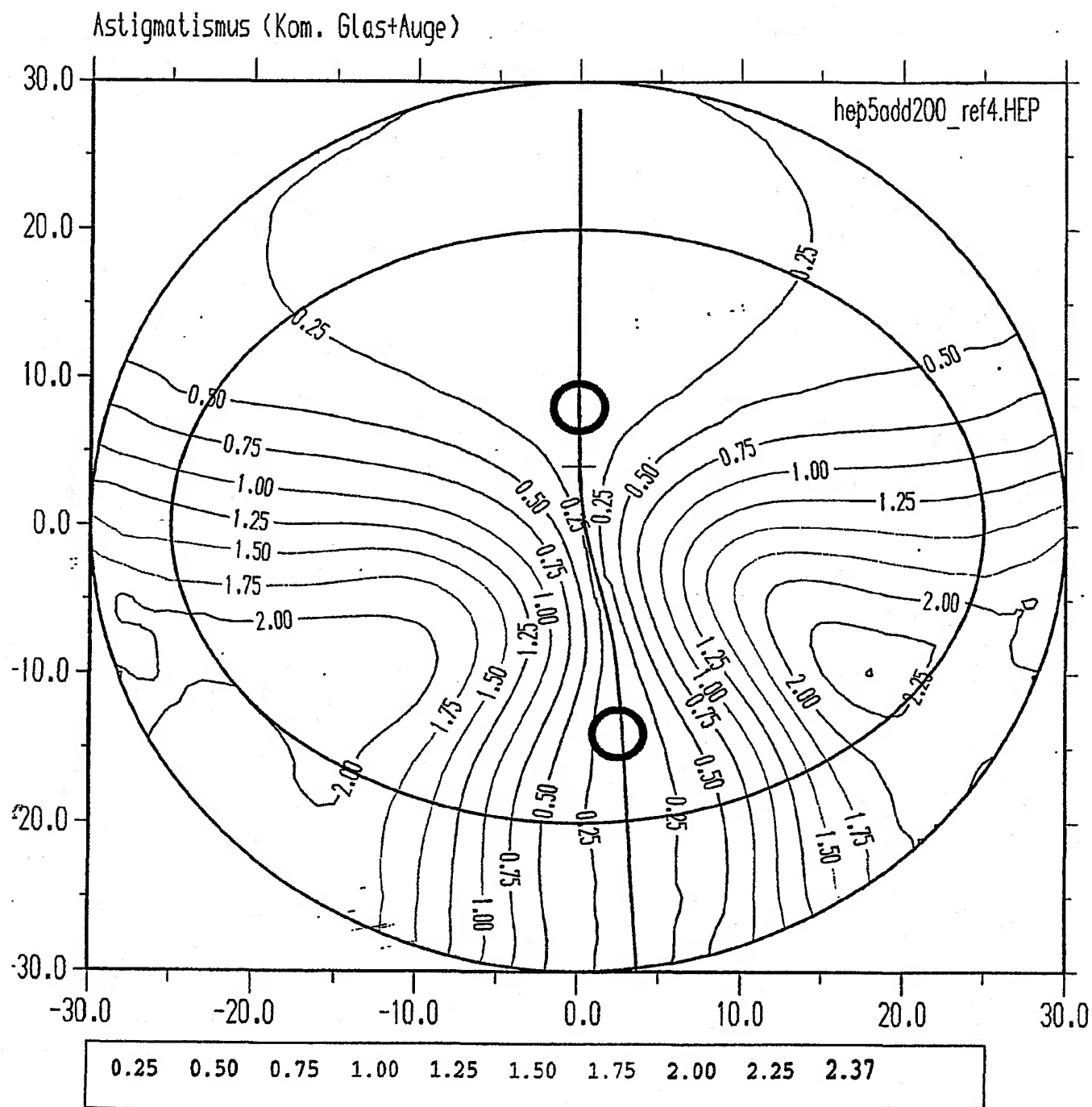


Fig. 2a

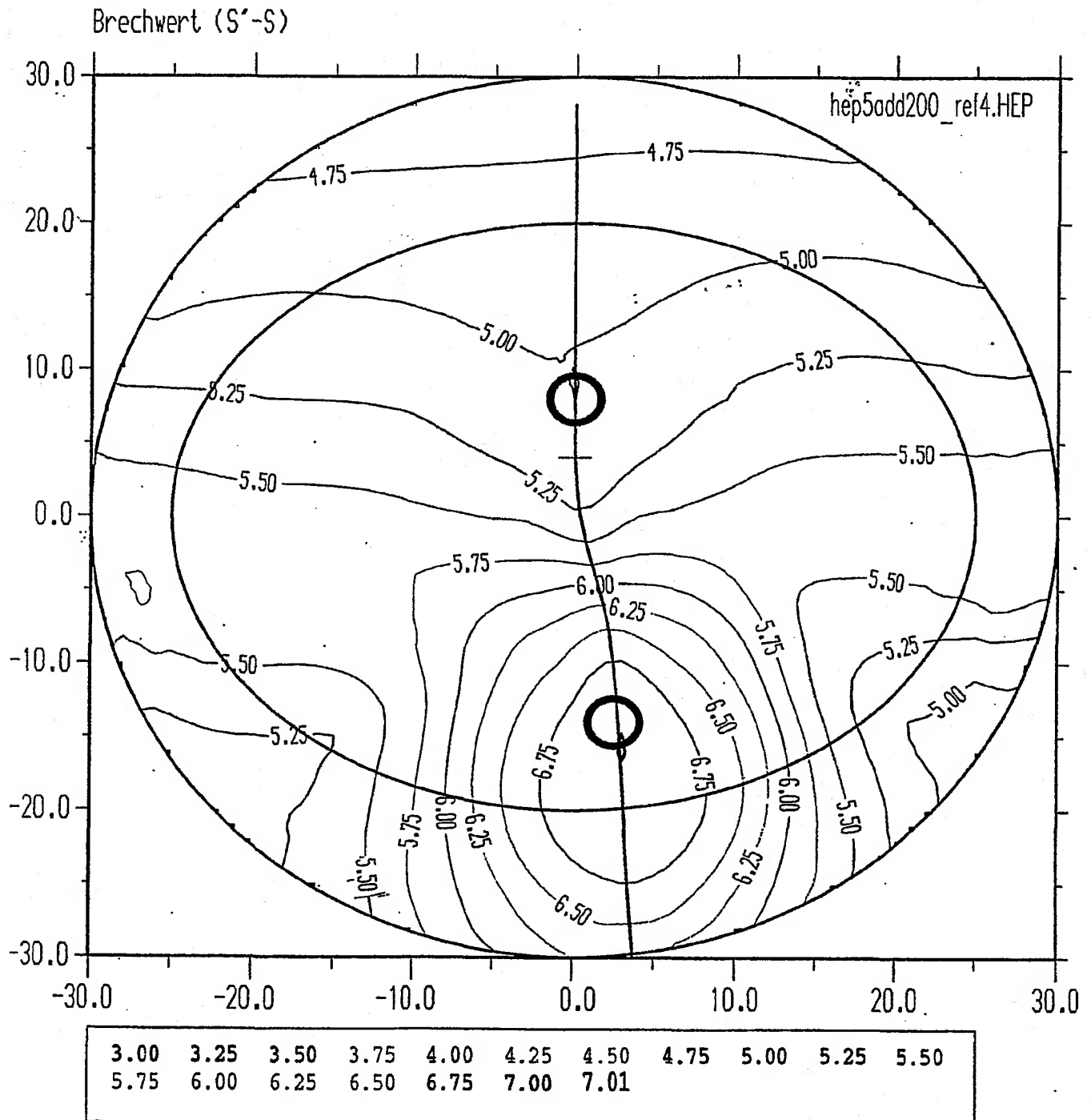


Fig. 26

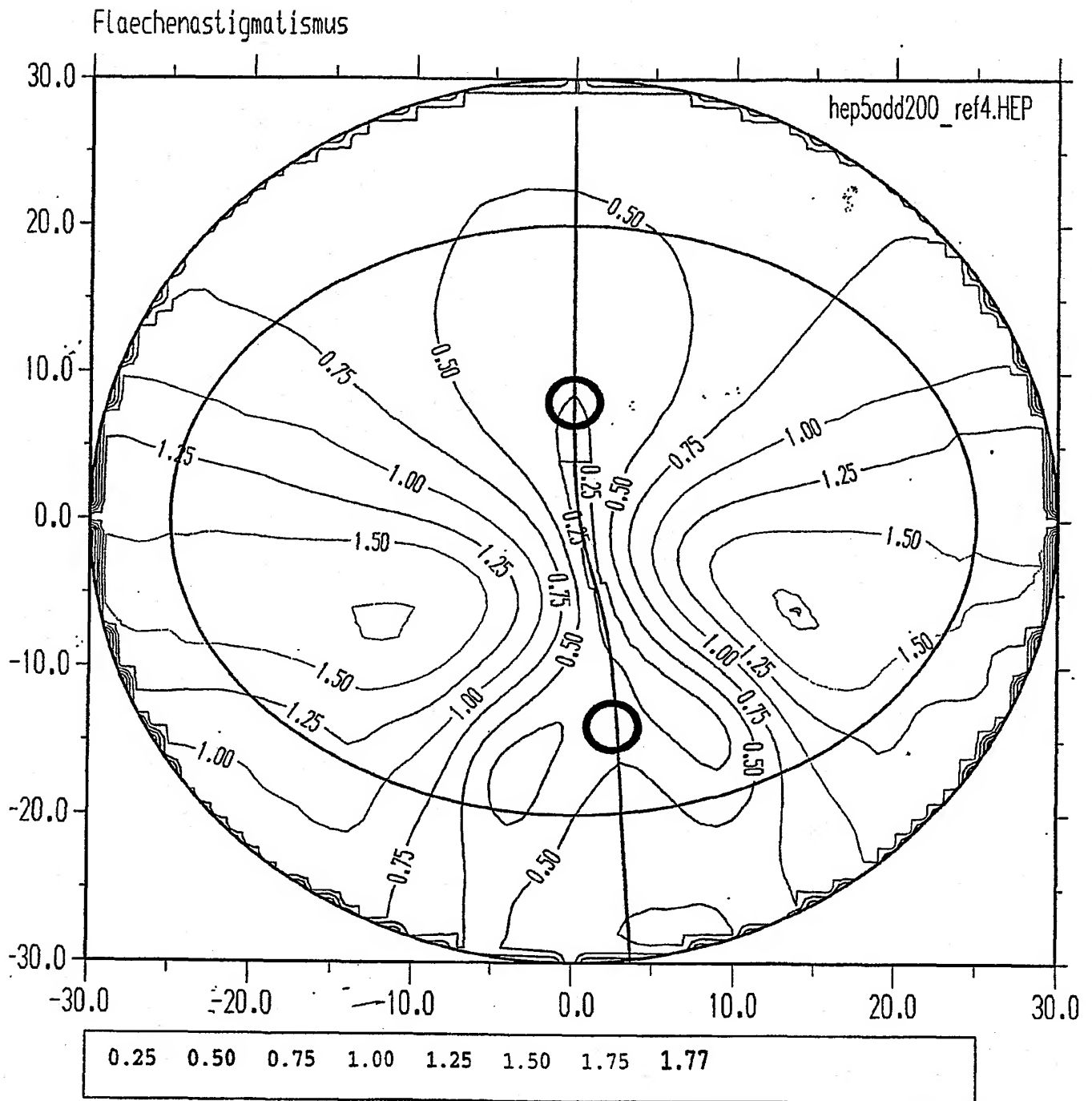


Fig. 2c

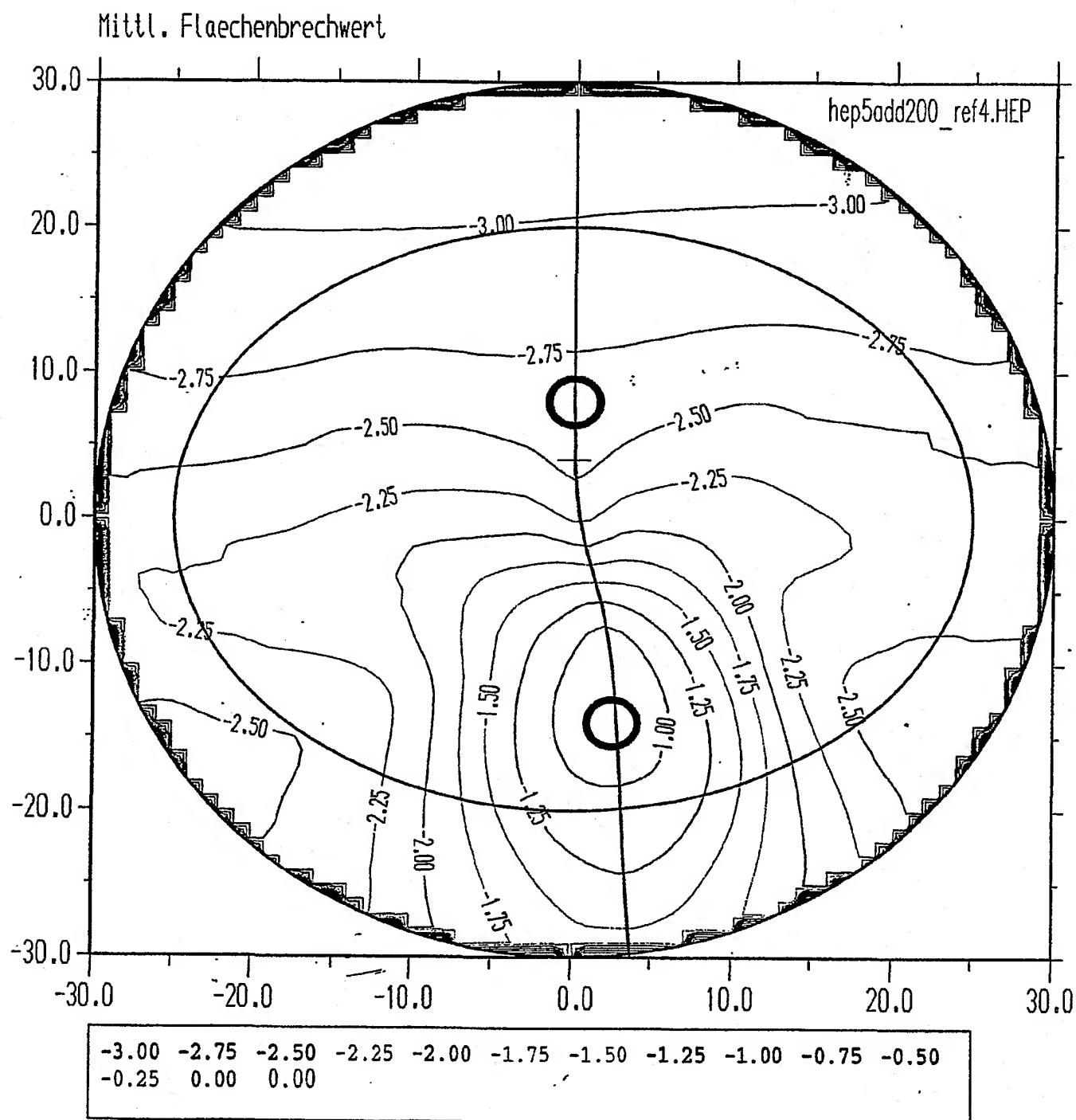


Fig. 2d

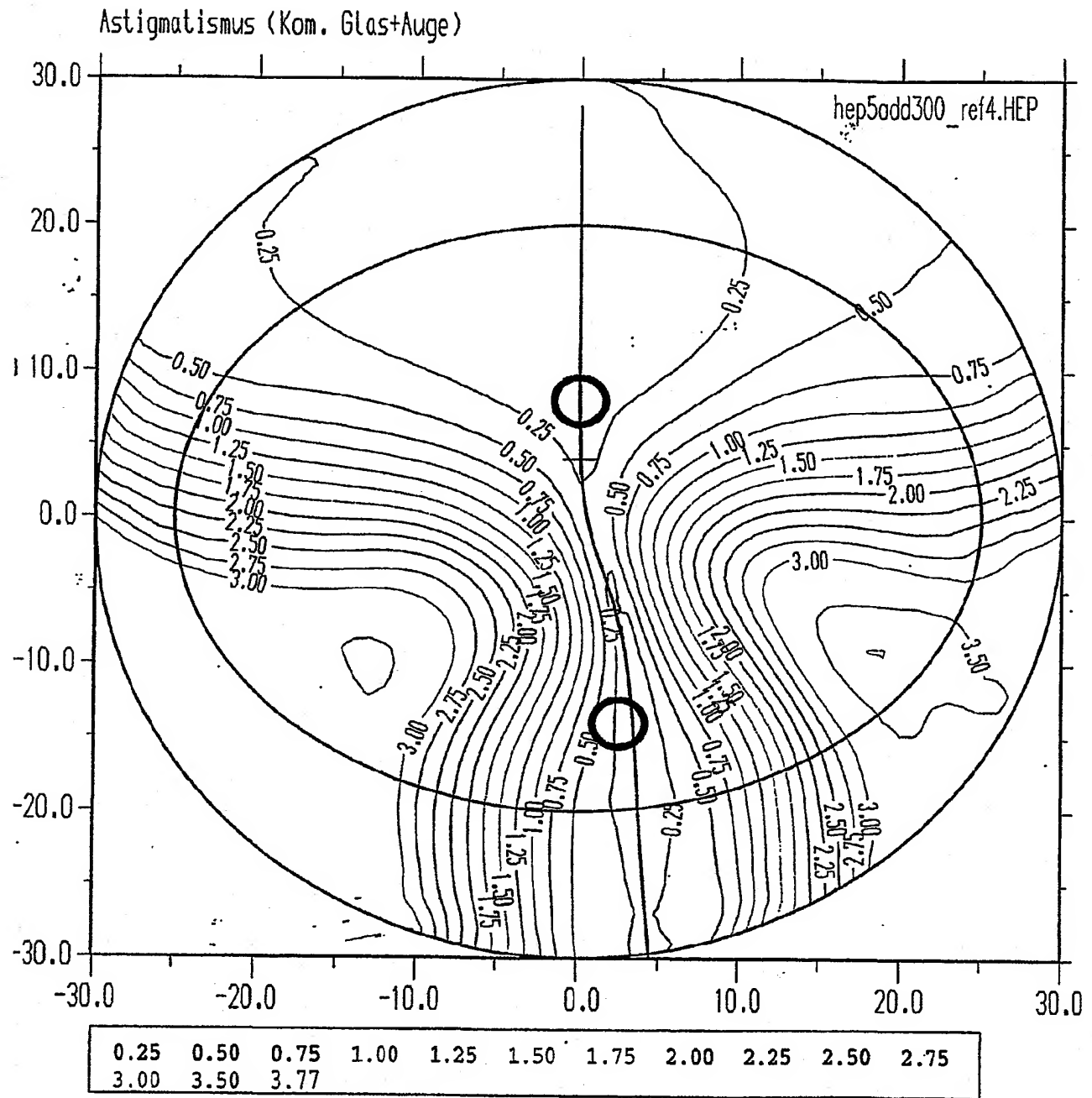


Fig. 3a



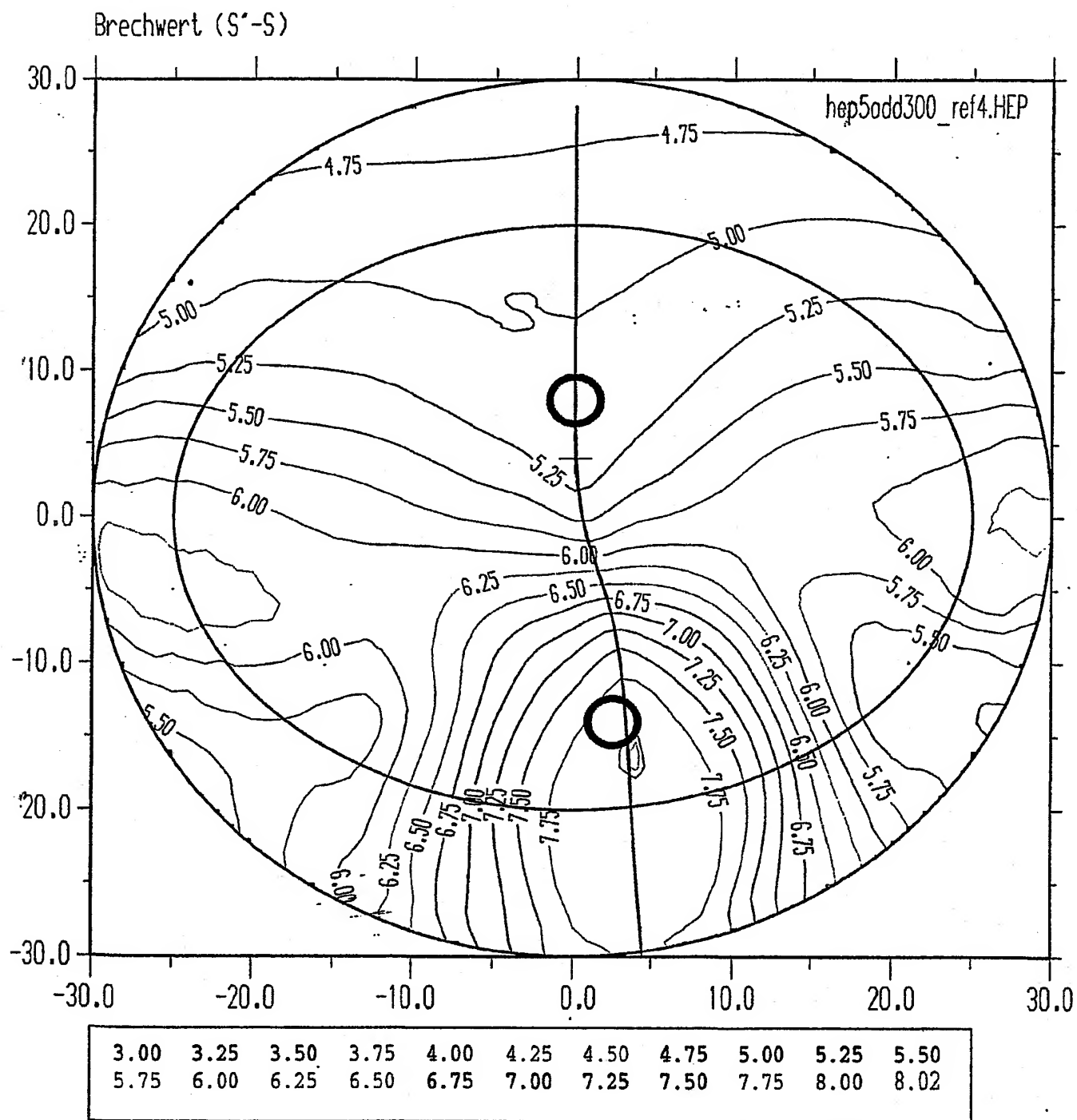


Fig. 3b

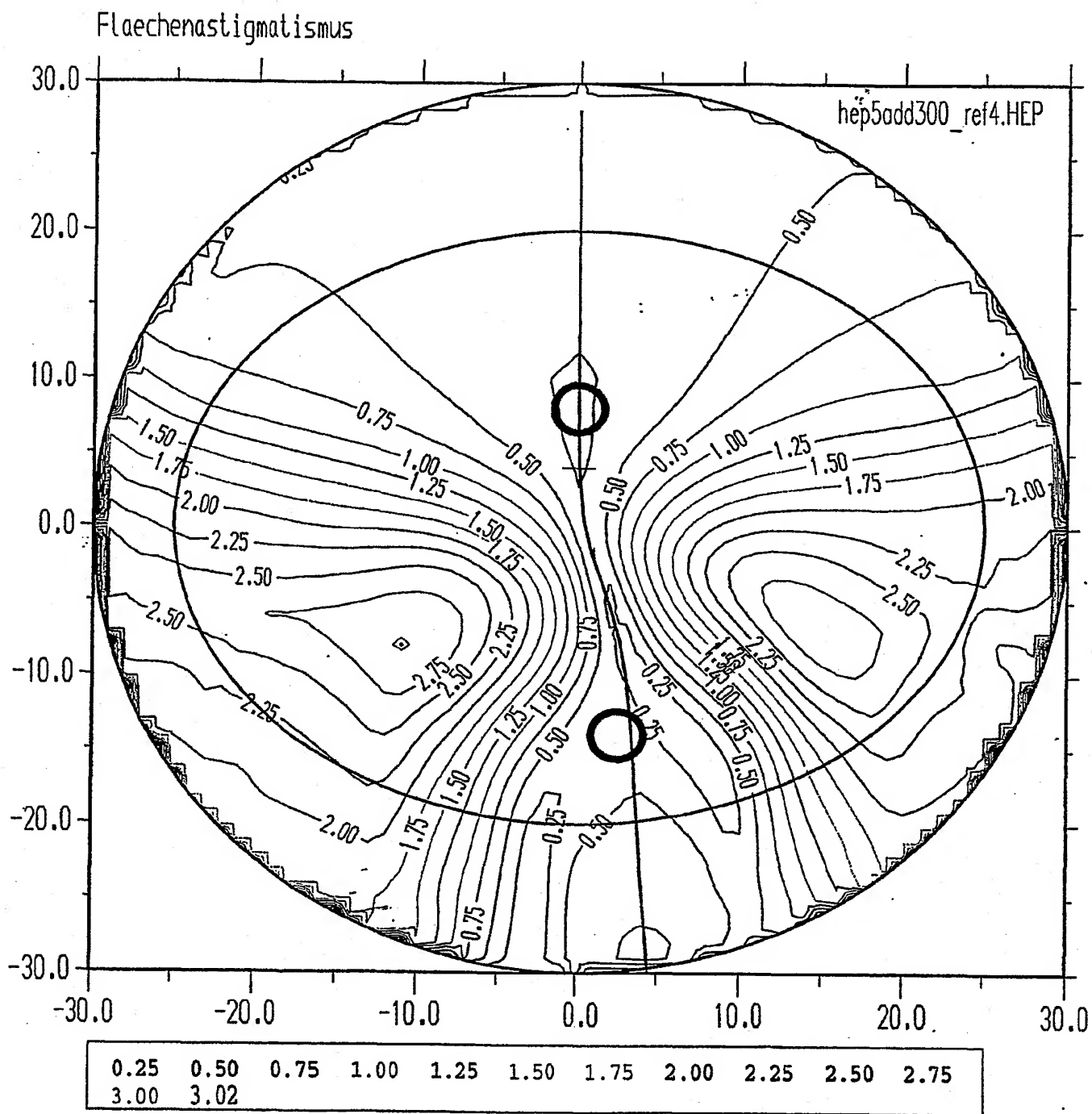


Fig. 3c

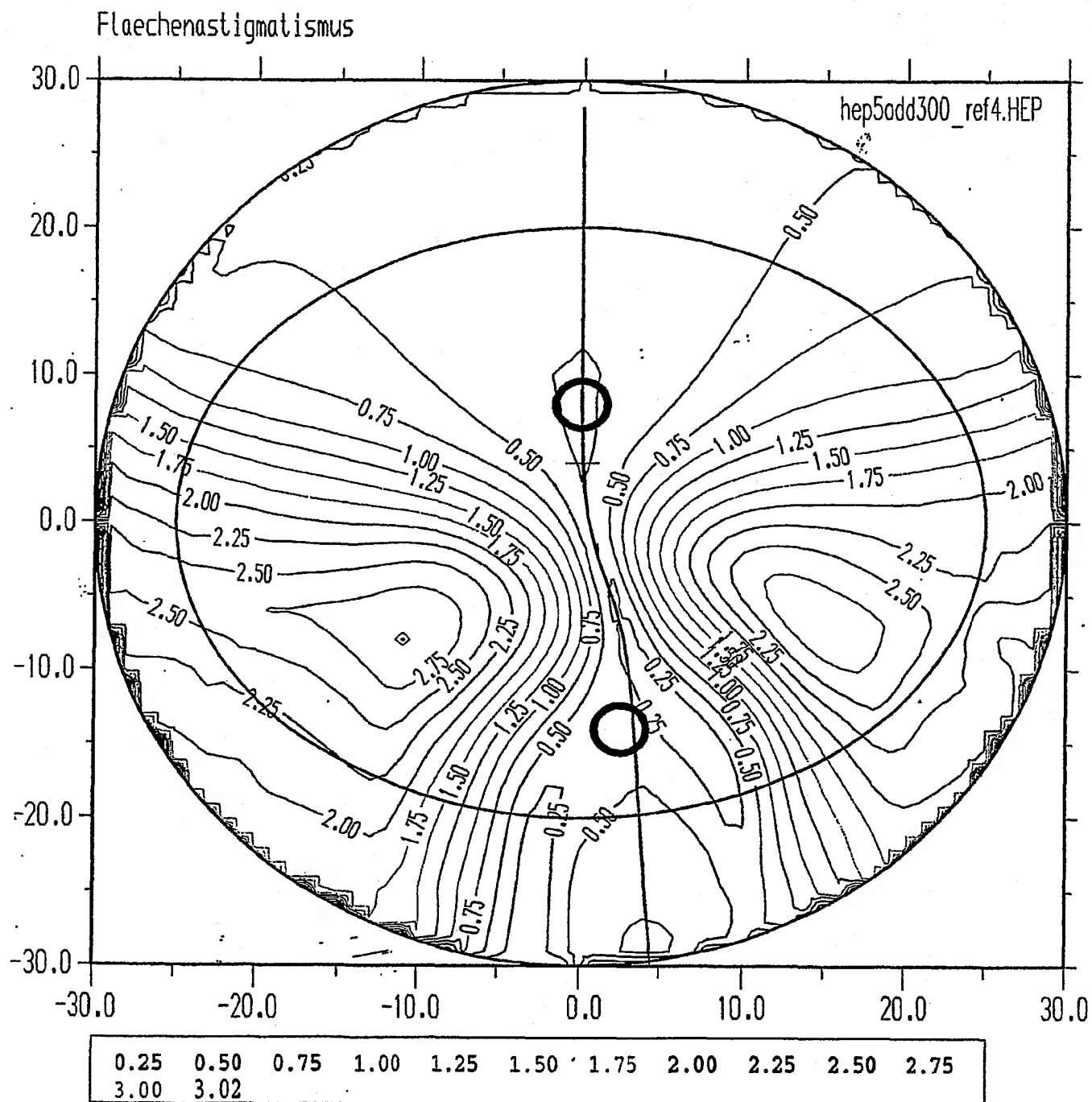


Fig. 3d

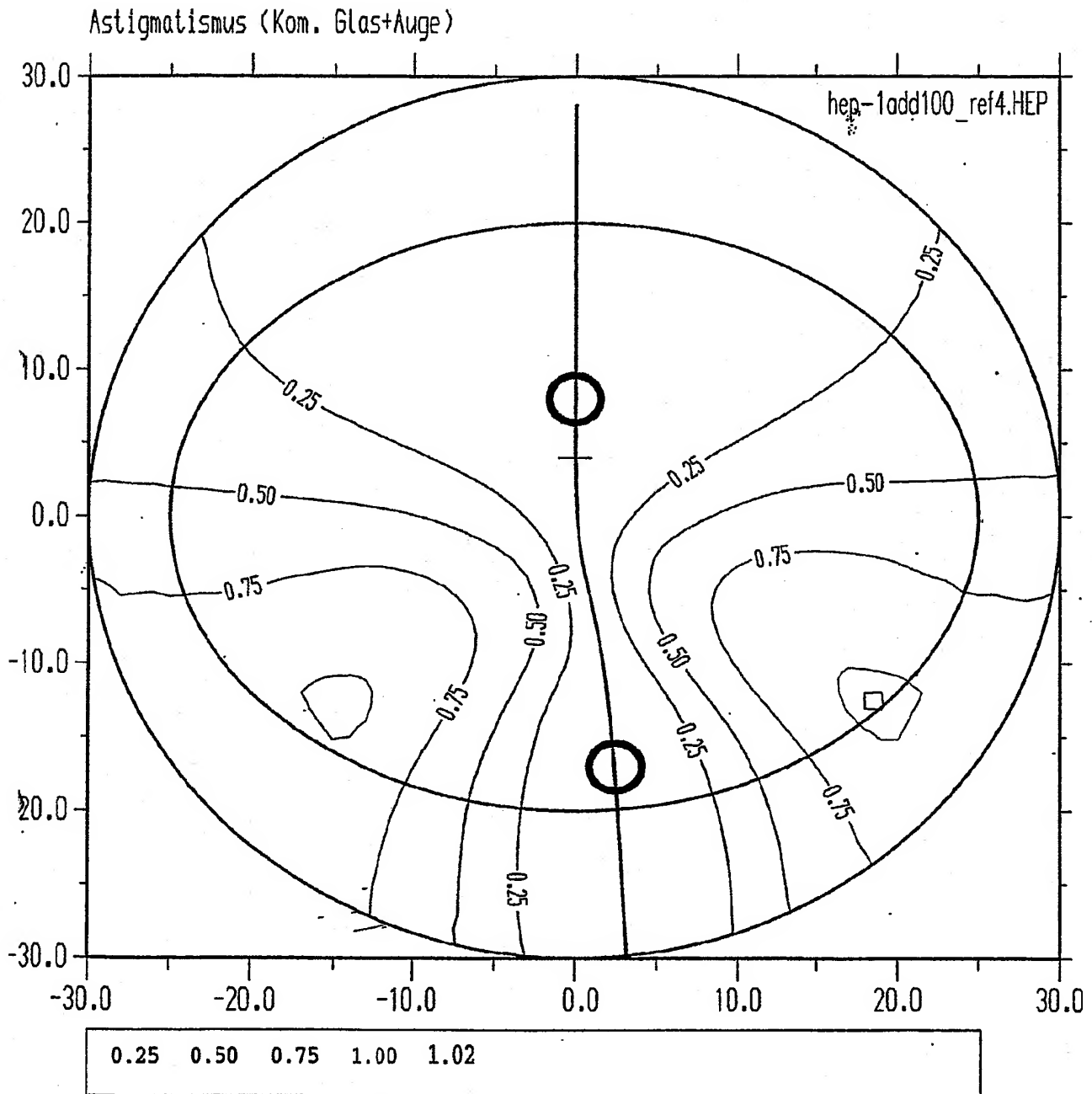


Fig. 4a

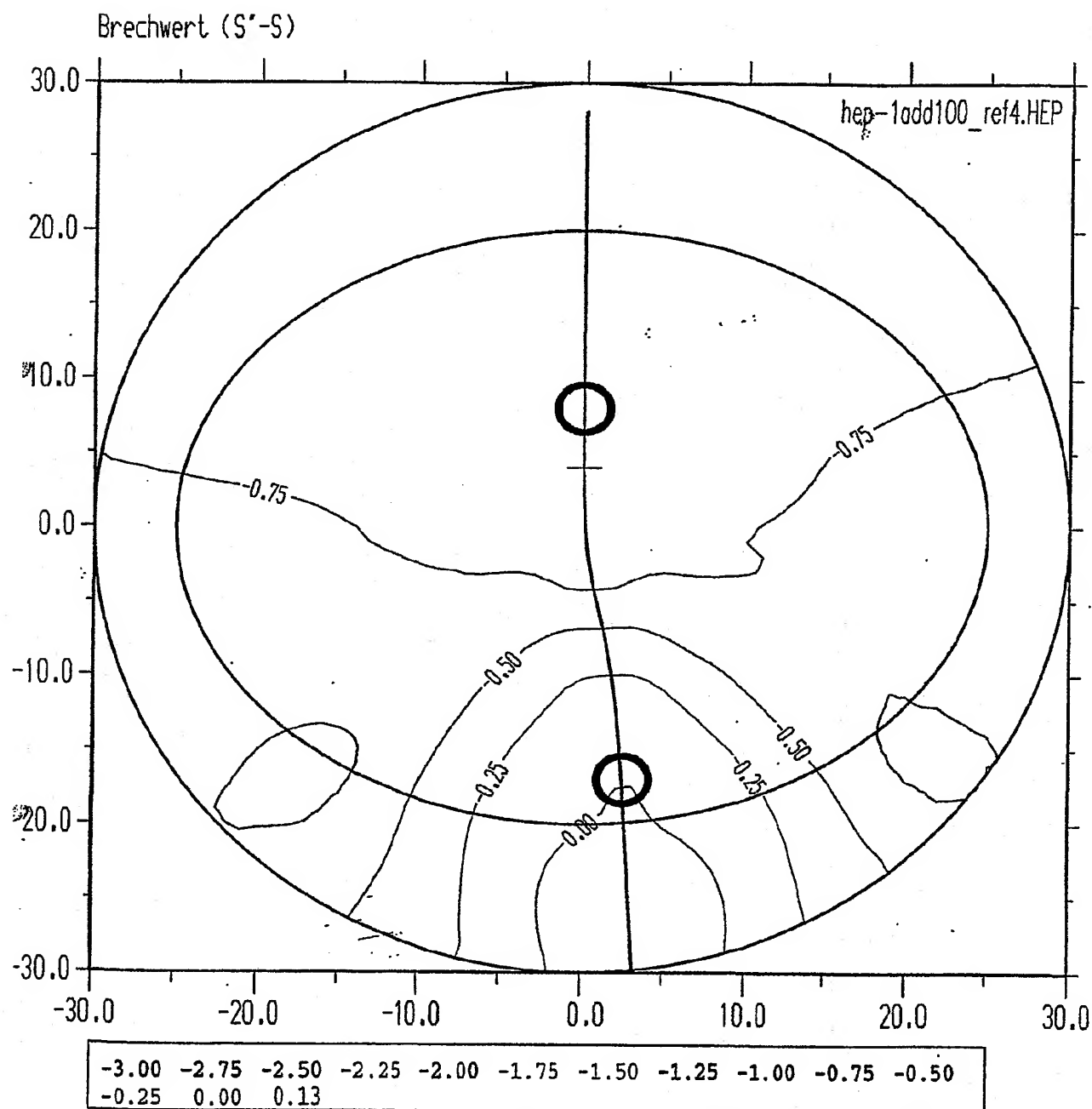


Fig. 4b

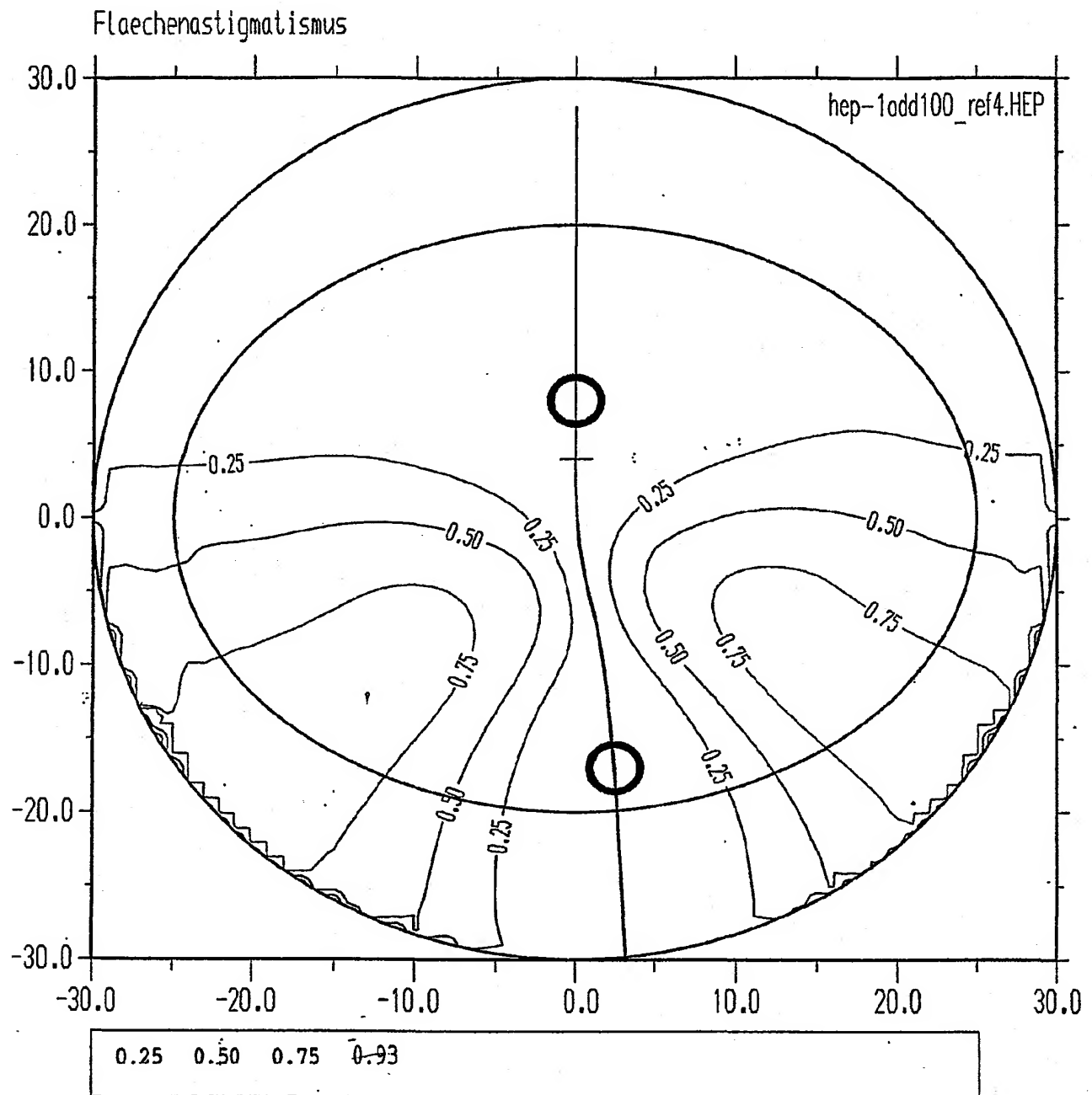


Fig. 4c

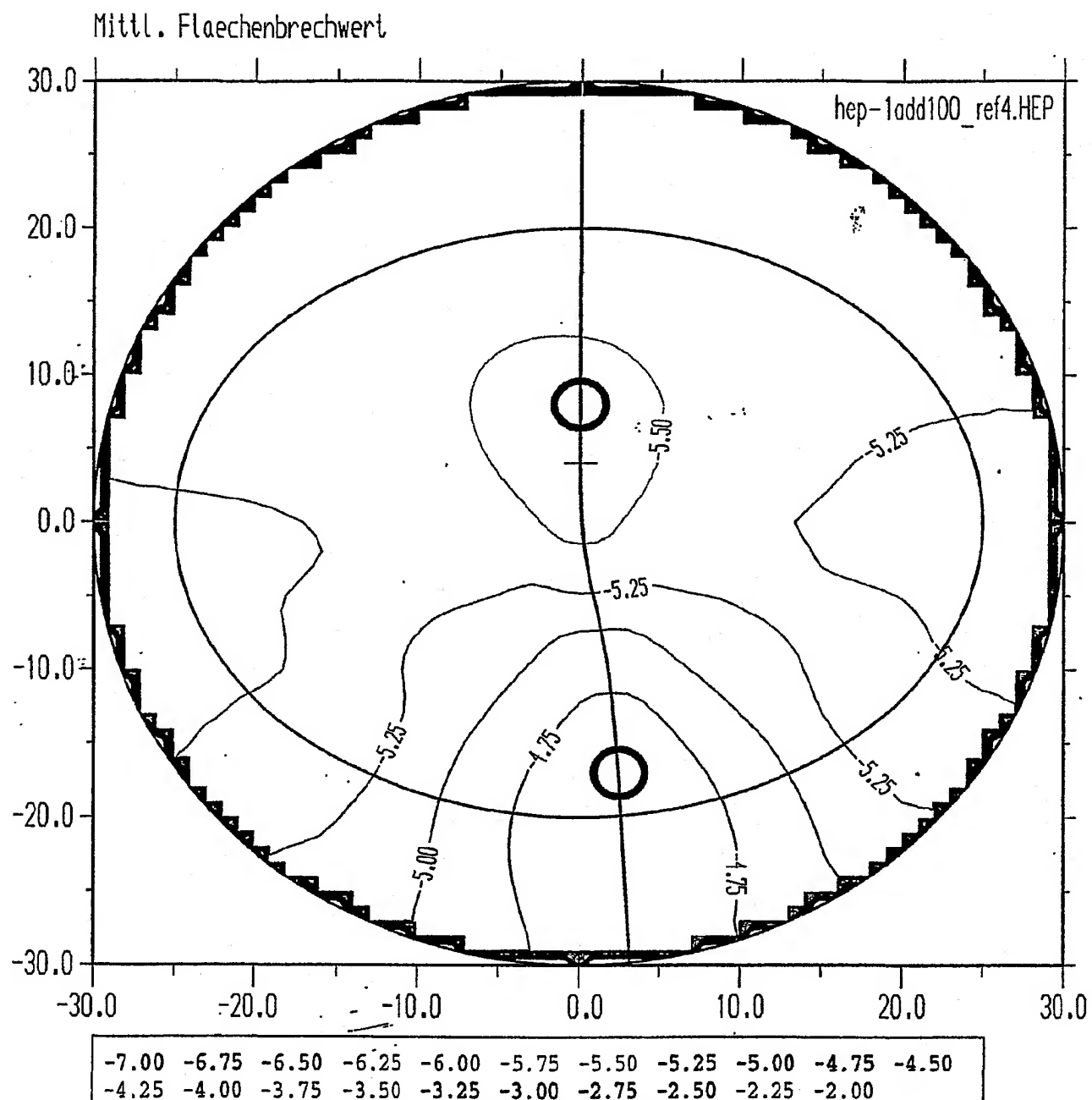


Fig. 4d

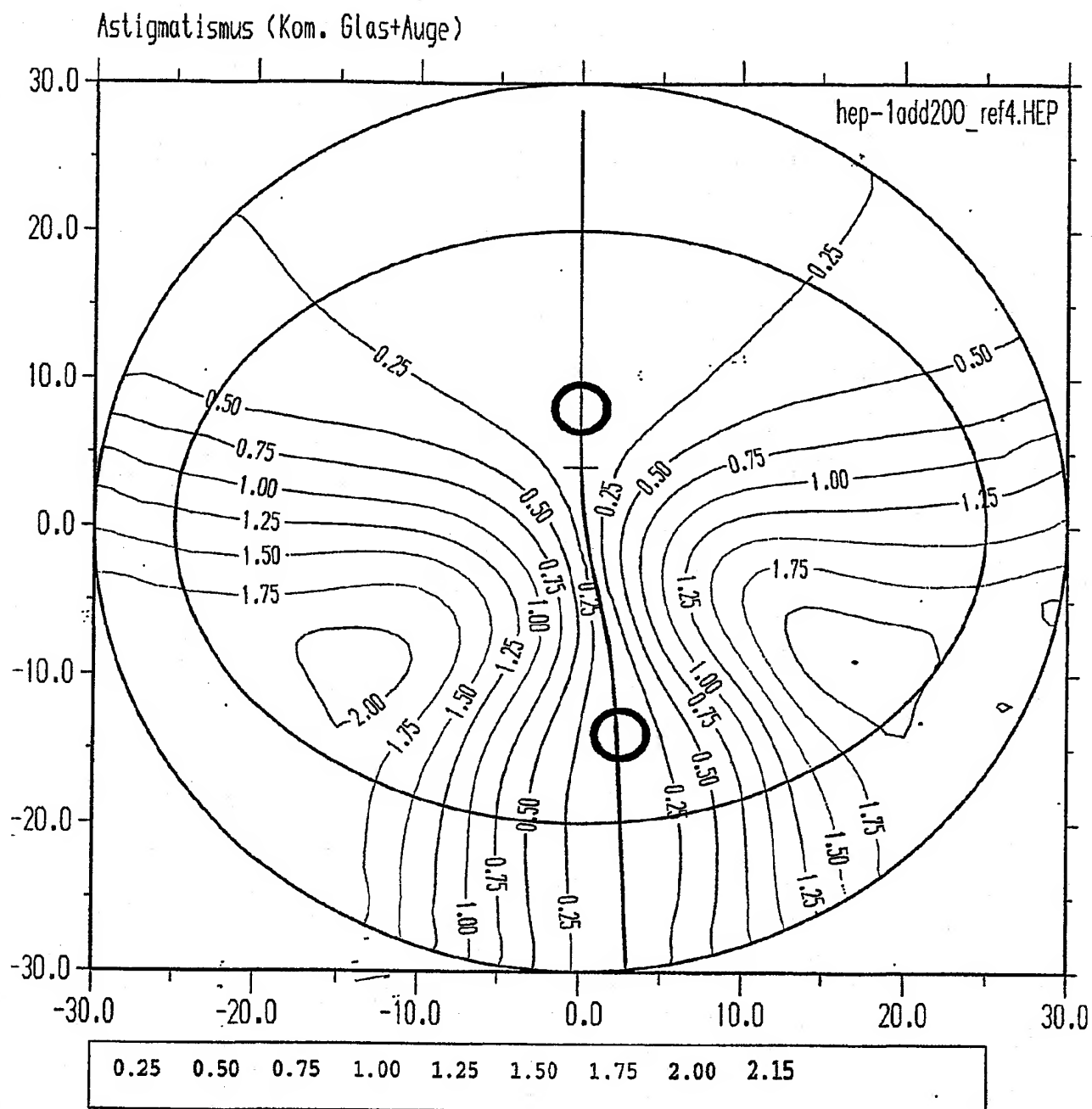


Fig. 5a



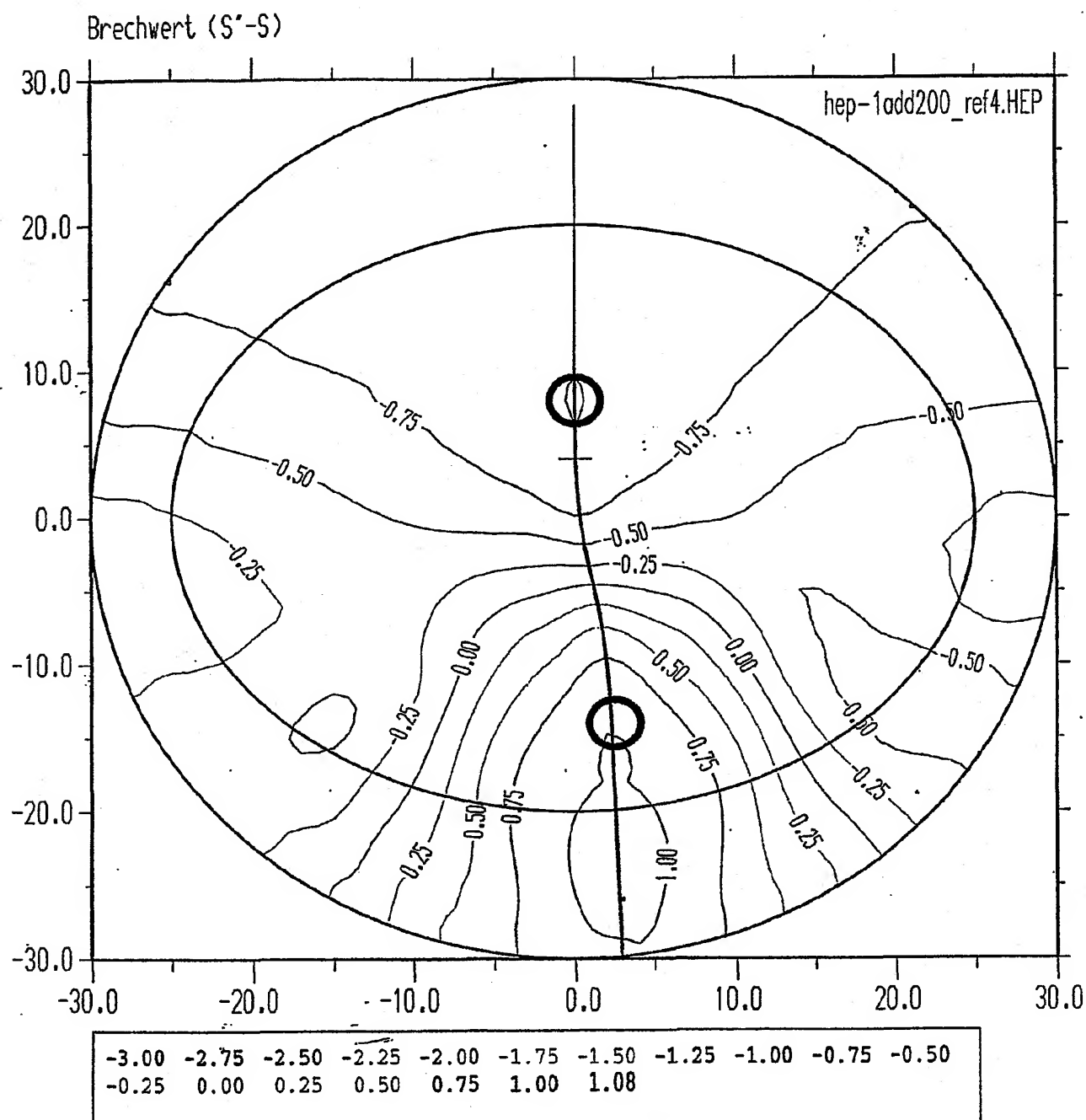


Fig. 56

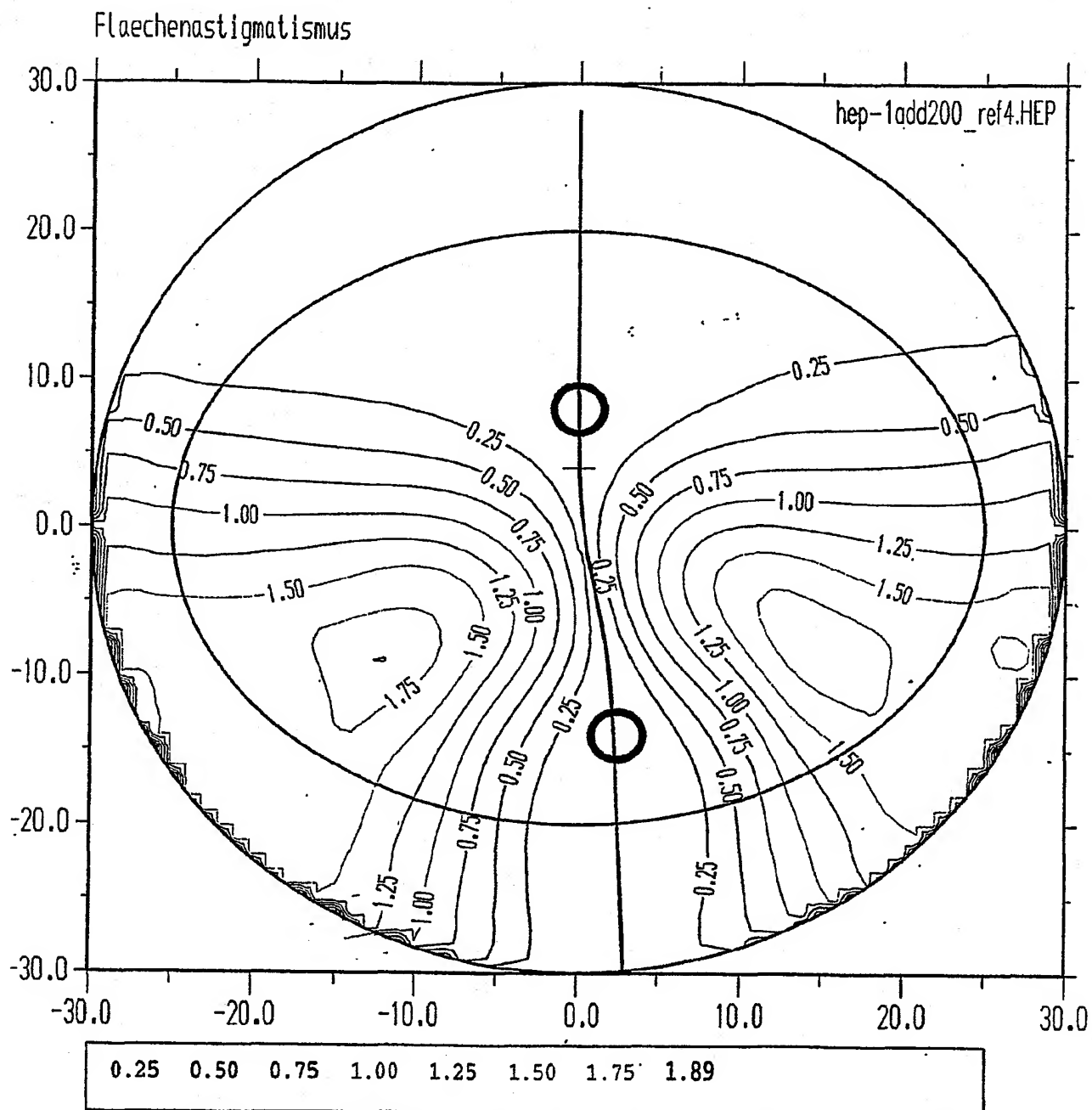


Fig. 5c

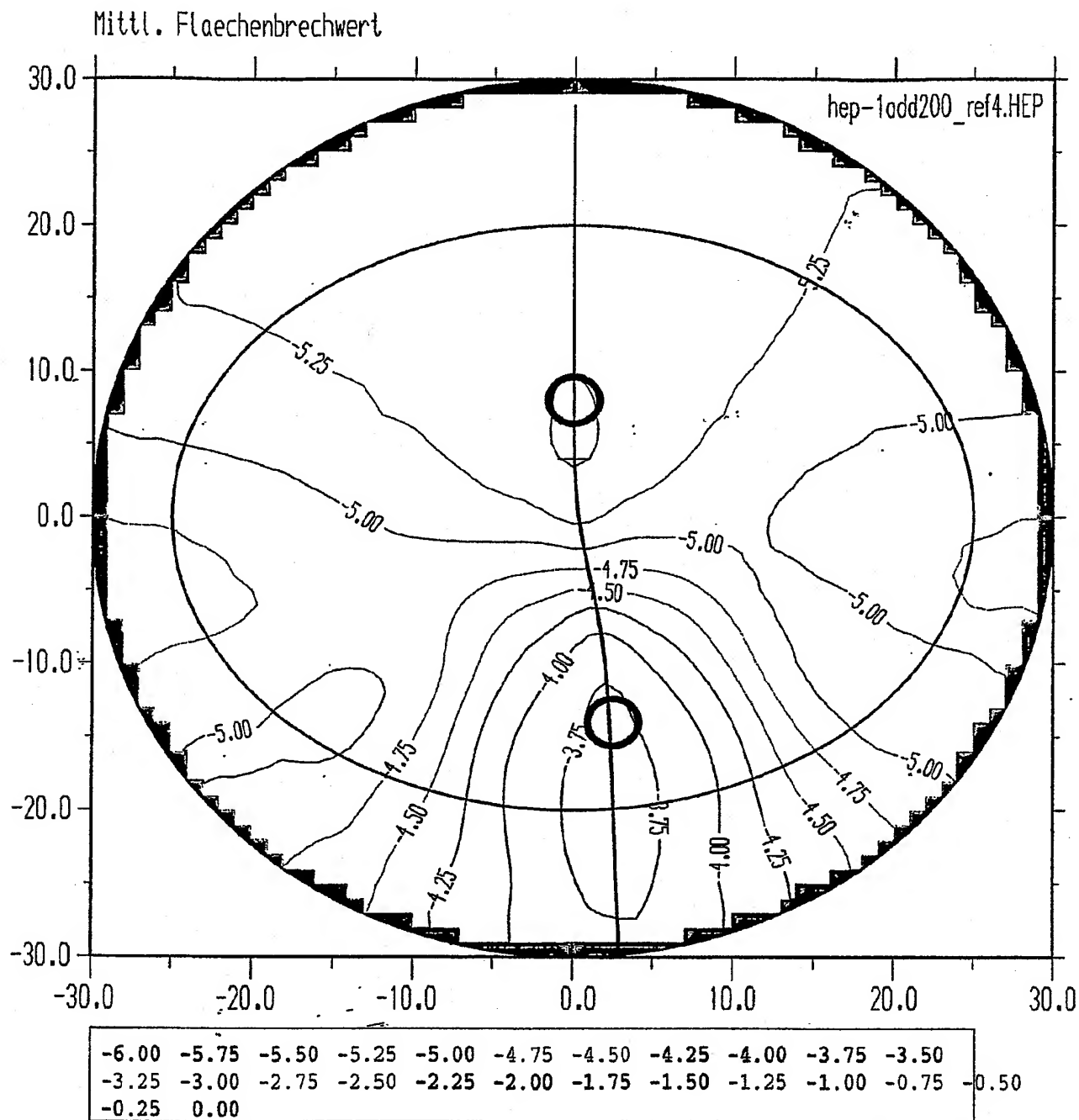


Fig. 5d

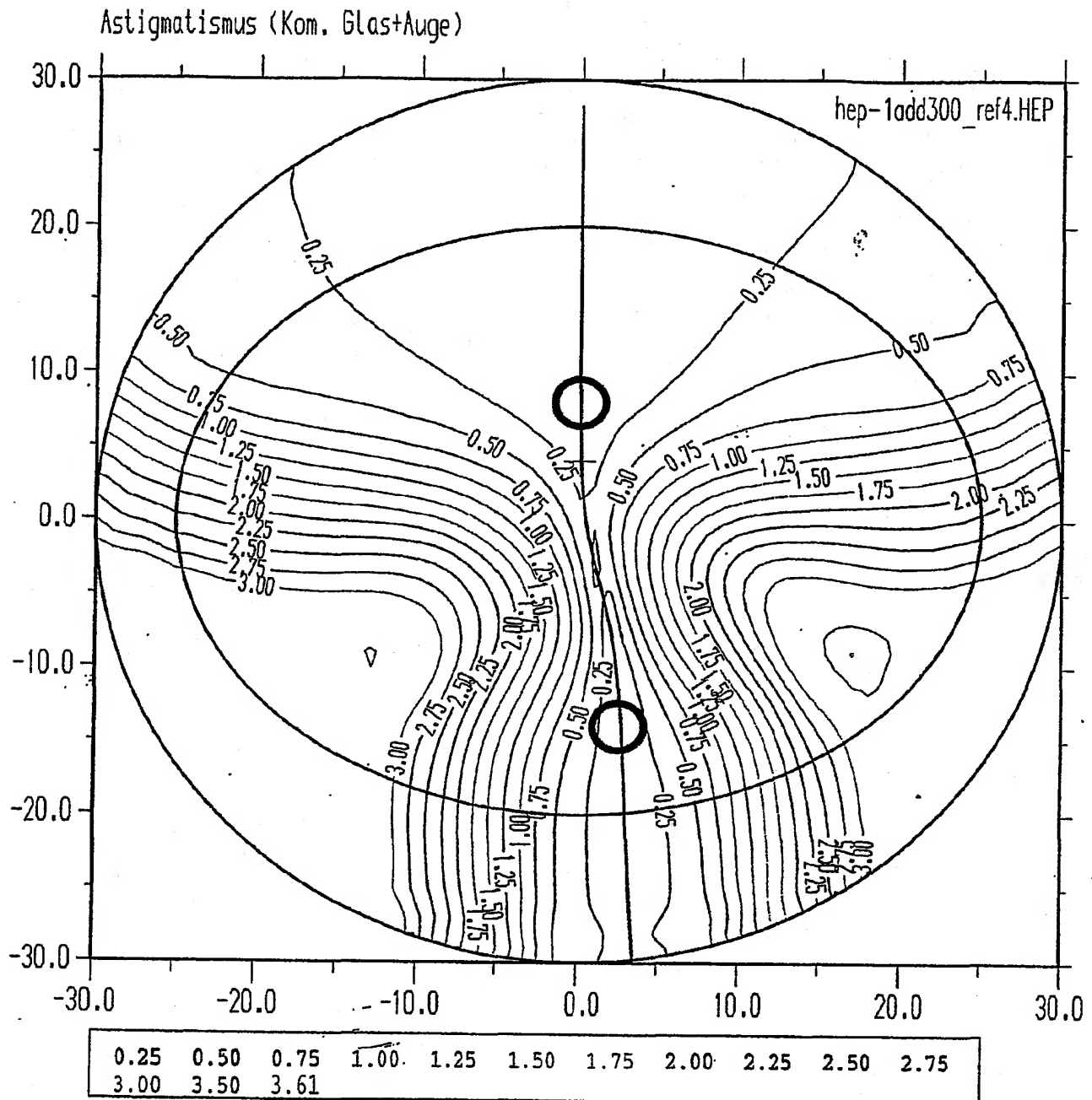


Fig. 6a

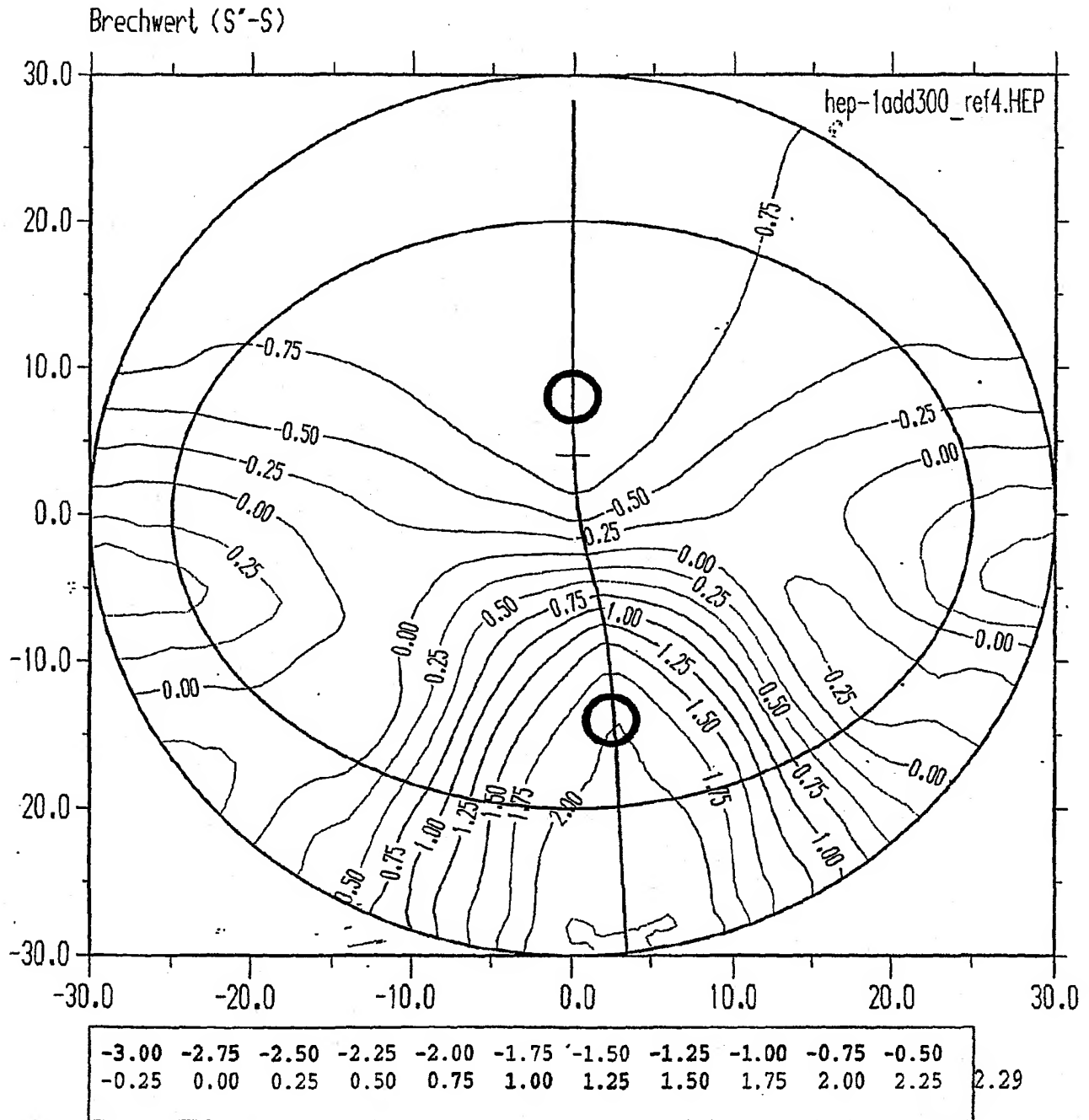


Fig. 66

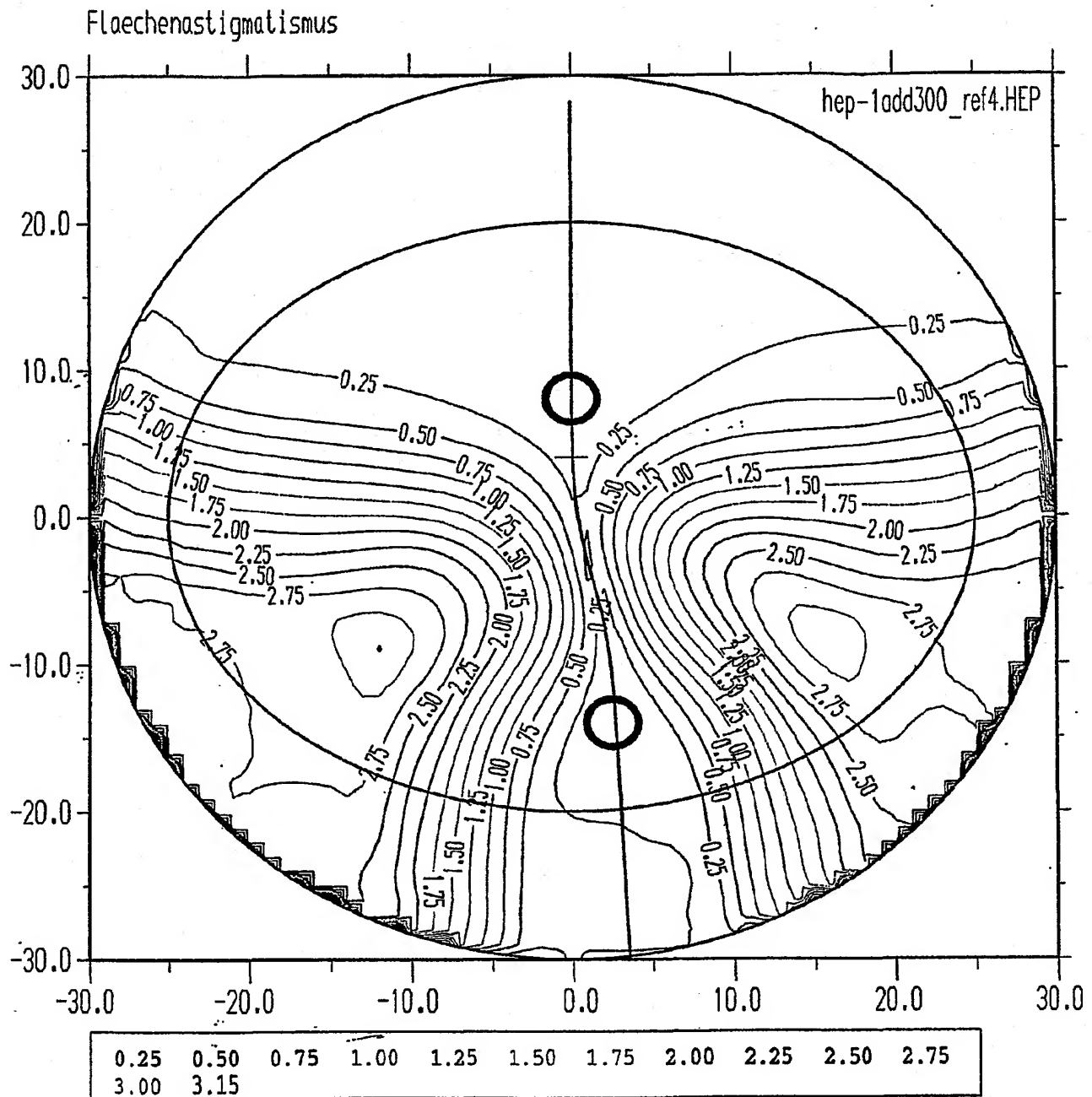


Fig. 6c

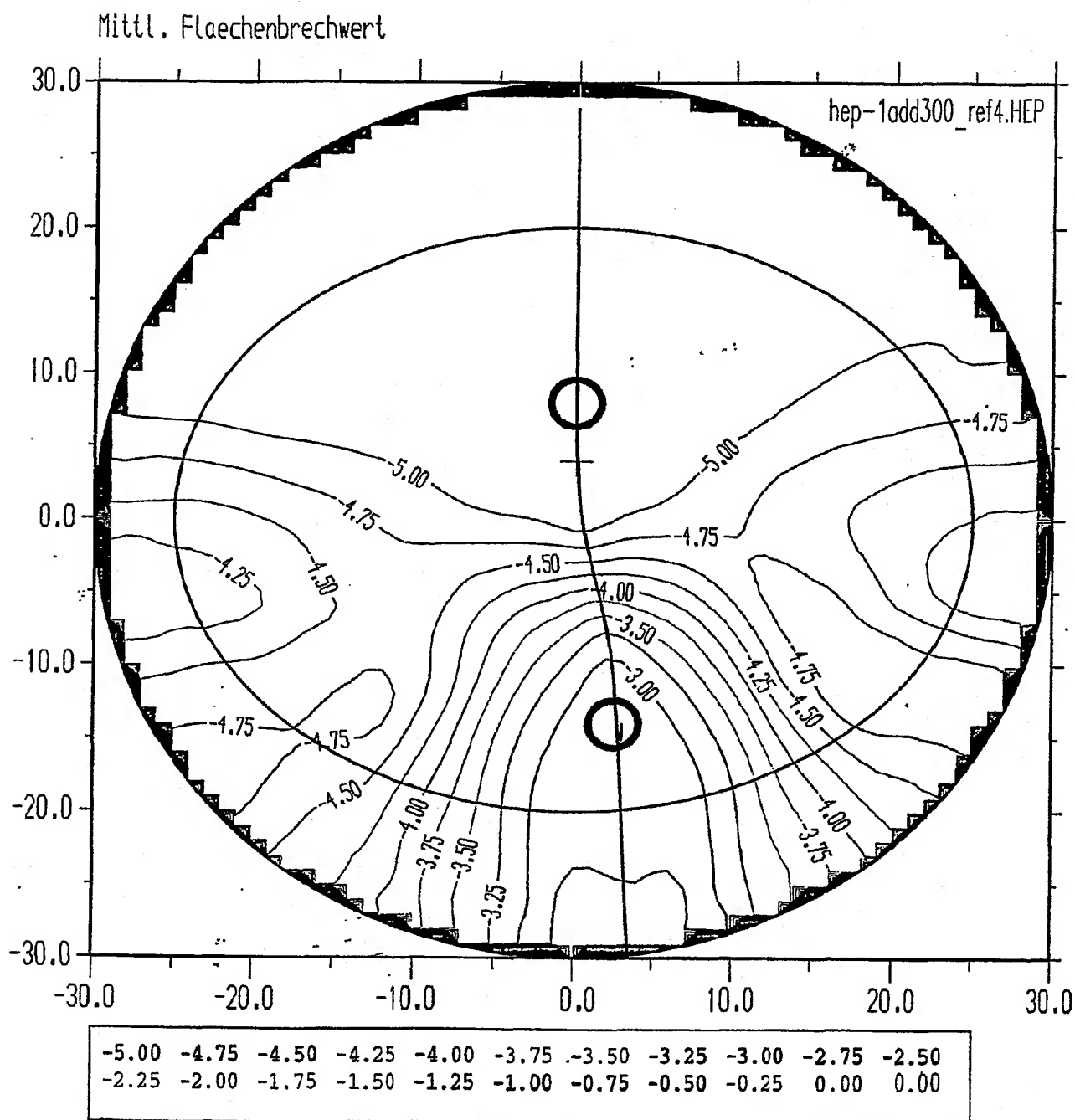


Fig. 6d

Pfeilhöhen:

0	-20	-17,5	-15	-12,5	-10	-7,5	-5	-2,5	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	1,88114
17,5	0	0	0	0	0	1,727544	1,572749	1,476457	1,43867
15	0	0	0	1,826893	1,556258	1,343761	1,189465	1,093506	1,055966
12,5	0	0	1,827844	1,500623	1,231244	1,019591	0,865786	0,770078	0,732707
10	0	0	1,558189	1,232921	0,965089	0,754524	0,601373	0,505935	0,468649
7,5	0	1,726383	1,345574	1,022576	0,756795	0,547868	0,39579	0,300844	0,263672
5	0	1,566588	1,188478	0,868198	0,605063	0,398525	0,248337	0,154463	0,117588
2,5	0	1,459495	1,084527	0,767617	0,508048	0,305076	0,15802	0,066273	0,030092
0	1,833183	1,402774	1,031483	0,718726	0,463772	0,26566	0,123183	0,035027	0,00048
-2,5	0	1,394456	1,027487	0,719736	0,470458	0,278427	0,141793	0,058484	0,026833
-5	0	1,432945	1,070942	0,768862	0,525984	0,340808	0,210844	0,133162	0,105213
-7,5	0	1,51707	1,160674	0,864715	0,628528	0,450405	0,32724	0,255205	0,230946
-10	0	0	1,296365	1,00678	0,777293	0,605921	0,488983	0,42183	0,400599
-12,5	0	0	1,479087	1,195879	0,972726	0,807223	0,695213	0,631598	0,61234
-15	0	0	0	1,43296	1,214957	1,053701	0,944992	0,883608	0,86536
-17,5	0	0	0	0	0	1,344445	1,237531	1,177299	1,159499
-20	0	0	0	0	0	0	0	0	1,494969

0	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20
20	0	0	0	0	0	0	0	0
17,5	1,459338	1,538288	1,675159	0	0	0	0	0
15	1,076827	1,155872	1,292618	1,4865	1,737064	0	0	0
12,5	0,753727	0,832805	0,969293	1,162491	1,41186	1,717203	0	0
10	0,489795	0,568789	0,704732	0,896843	1,144544	1,447722	0	0
7,5	0,28482	0,36345	0,498312	0,688619	0,933952	1,234434	1,590531	0
5	0,138583	0,216248	0,349126	0,536661	0,778744	1,075794	1,428451	0
2,5	0,050725	0,126539	0,256119	0,439446	0,677017	0,969632	1,318088	0
0	0,020498	0,093392	0,218221	0,395724	0,62728	0,914254	1,257604	1,658066
-2,5	0,046199	0,115437	0,23443	0,404667	0,628679	0,908687	1,245883	0
-5	0,124484	0,189993	0,302891	0,46531	0,680802	0,952663	1,282563	0
-7,5	0,250899	0,313413	0,420938	0,576172	0,783244	1,046462	1,368183	0
-10	0,421421	0,482323	0,585923	0,735457	0,935213	1,190203	0	0
-12,5	0,633866	0,694298	0,795689	0,941459	1,135746	1,383841	0	0
-15	0,887307	0,947892	1,048564	1,192212	1,38304	0	0	0
-17,5	1,181572	1,242623	1,343387	0	0	0	0	0
-20	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 7a



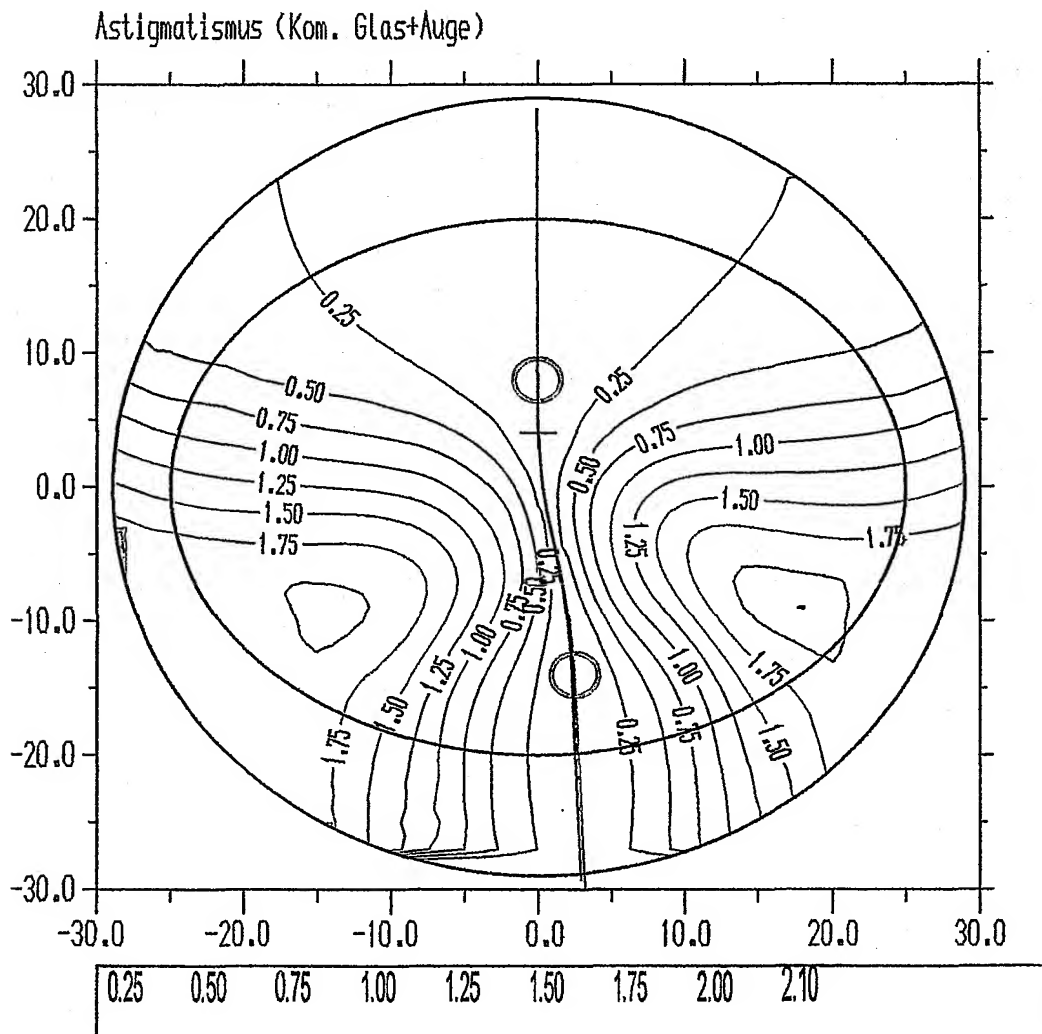


Fig. 7b

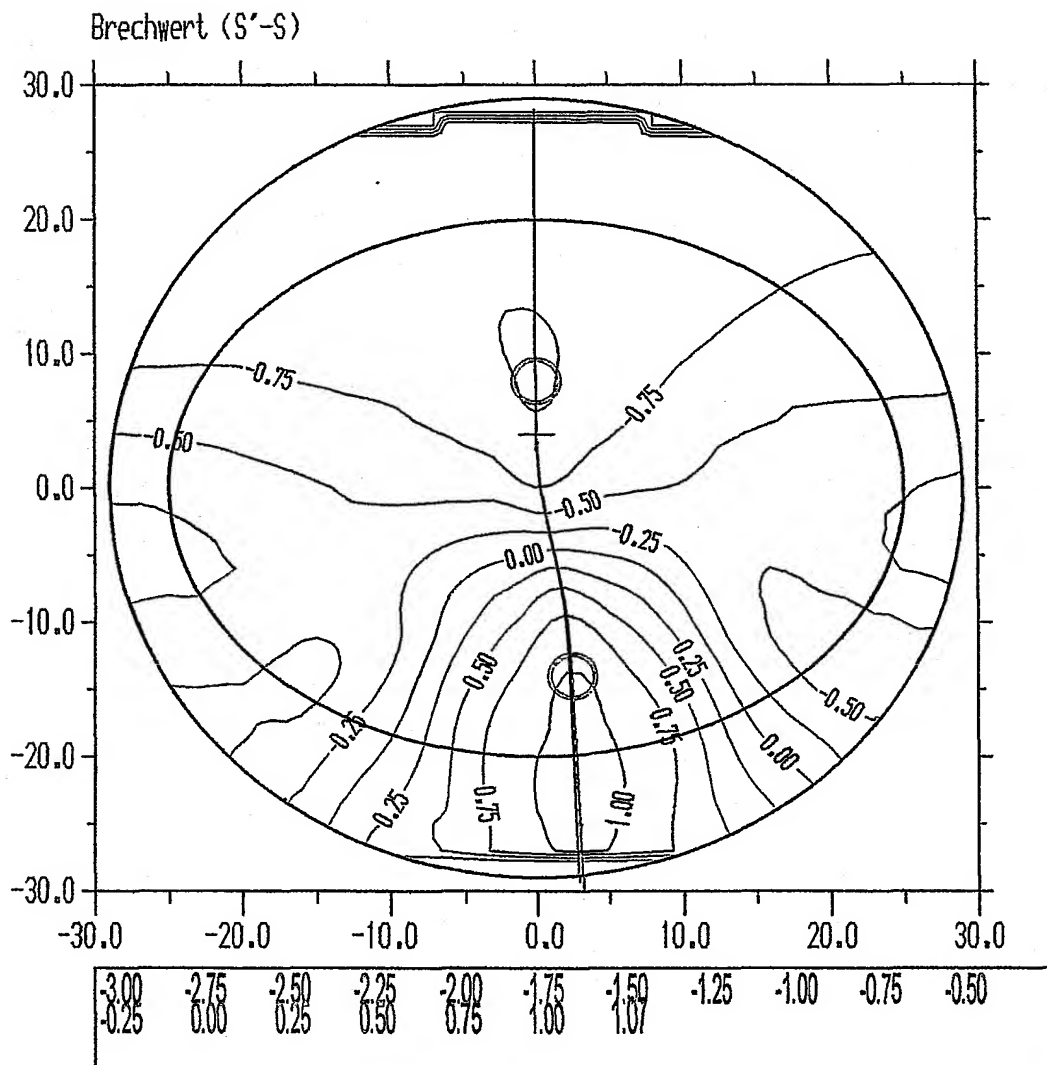
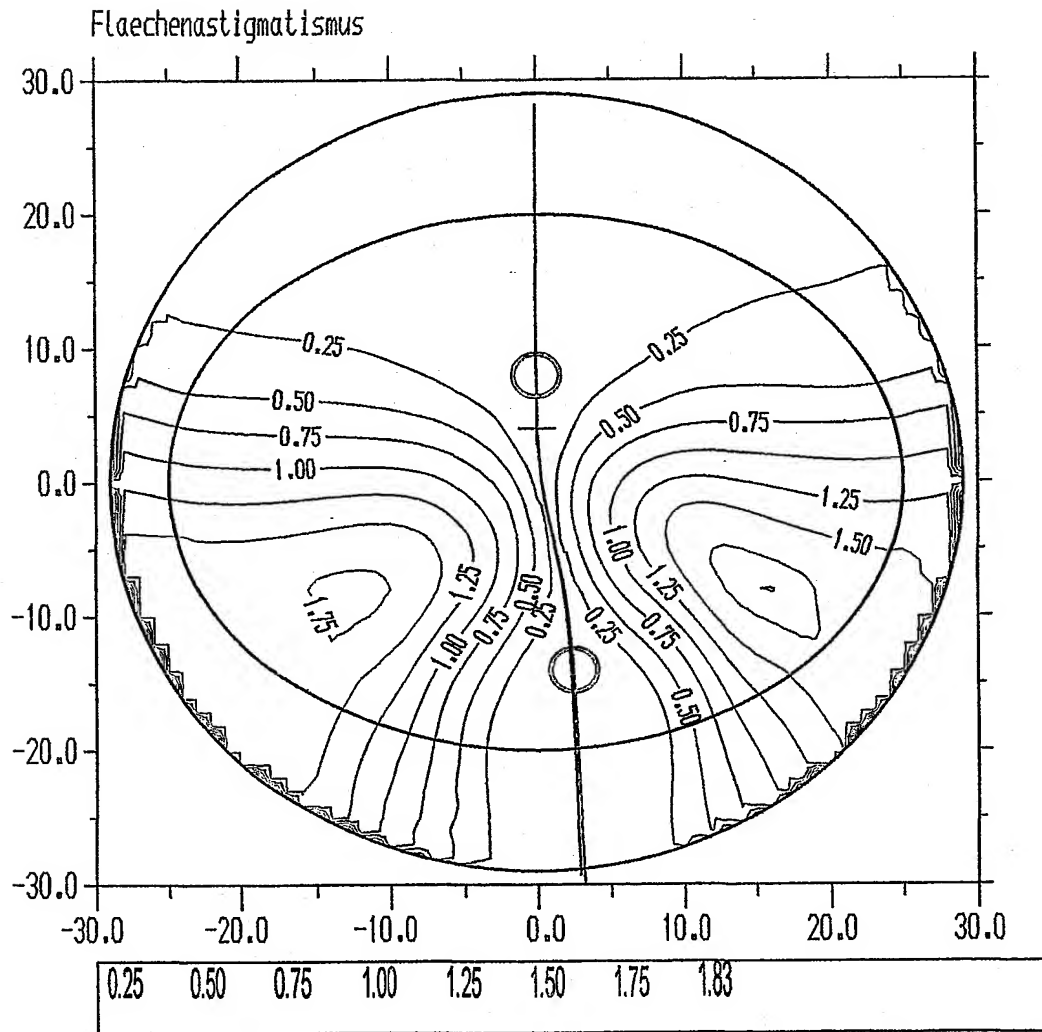


Fig. 7c

*Fig. 7d*

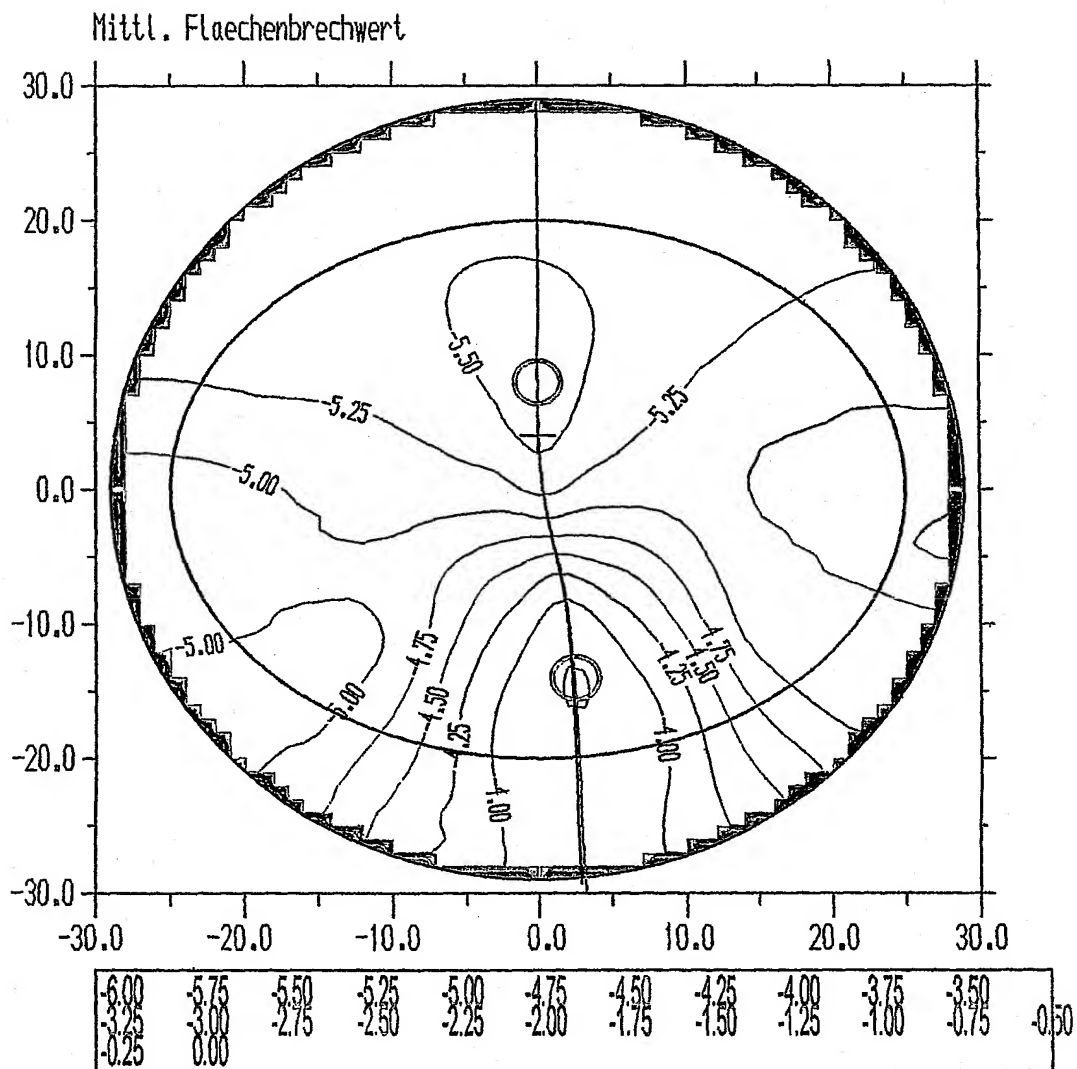


Fig. 7c

Pfeilhöhen:

0	-20	-17,5	-15	-12,5	-10	-7,5	-5	-2,5	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	1,863159
17,5	0	0	0	0	0	1,713431	1,559597	1,463879	1,426279
15	0	0	0	1,814691	1,545607	1,334283	1,180808	1,085335	1,047946
12,5	0	0	1,817928	1,492398	1,224321	1,013638	0,860507	0,765194	0,727941
10	0	0	1,551597	1,22773	0,960937	0,751121	0,598481	0,503342	0,466141
7,5	0	1,720774	1,34152	1,019638	0,754625	0,546206	0,394455	0,2997	0,262583
5	0	1,563111	1,186309	0,866886	0,604259	0,397983	0,247914	0,154101	0,117244
2,5	0	1,457542	1,083694	0,76743	0,50814	0,305203	0,158065	0,066241	0,030034
0	1,830565	1,40174	1,031453	0,719197	0,464364	0,266129	0,123429	0,035094	0,000481
-2,5	0	1,393647	1,027636	0,720336	0,471125	0,278936	0,142058	0,058561	0,026865
-5	0	1,431506	1,070482	0,768893	0,526155	0,340932	0,210864	0,133127	0,105253
-7,5	0	1,513988	1,158641	0,863288	0,627413	0,449478	0,326492	0,254673	0,230694
-10	0	0	1,291739	1,002913	0,773978	0,603099	0,486693	0,420087	0,399381
-12,5	0	0	1,470987	1,18868	0,96633	0,801624	0,690475	0,6277	0,609175
-15	0	0	0	1,421637	1,204619	1,044387	0,936771	0,876431	0,859052
-17,5	0	0	0	0	0	1,330393	1,224673	1,165587	1,148724
-20	0	0	0	0	0	0	0	0	1,478348

0	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20
20	0	0	0	0	0	0	0	0
17,5	1,446742	1,525089	1,660949	0	0	0	0	0
15	1,068624	1,14714	1,283004	1,475621	1,724487	0	0	0
12,5	0,748801	0,827434	0,96318	1,155306	1,403207	1,706598	0	0
10	0,487156	0,565798	0,701157	0,892405	1,138875	1,440352	0	0
7,5	0,263629	0,362012	0,496472	0,686141	0,930483	1,229496	1,583527	0
5	0,138174	0,215724	0,348404	0,535528	0,776835	1,072602	1,423349	0
2,5	0,050649	0,126498	0,256084	0,439204	0,676165	0,967619	1,314241	0
0	0,020553	0,09362	0,218612	0,396033	0,627053	0,912895	1,254395	1,652185
-2,5	0,046367	0,115871	0,235083	0,405233	0,628653	0,907447	1,242688	0
-5	0,124772	0,190572	0,303627	0,465825	0,680542	0,950999	1,278758	0
-7,5	0,251041	0,313836	0,421376	0,576191	0,782252	1,043815	1,363169	0
-10	0,420719	0,481895	0,585365	0,734297	0,932838	1,185937	0	0
-12,5	0,631287	0,691979	0,793141	0,938177	1,13112	1,377177	0	0
-15	0,881609	0,942421	1,04282	1,185658	1,375067	0	0	0
-17,5	1,171396	1,232634	1,333105	0	0	0	0	0
-20	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 8a

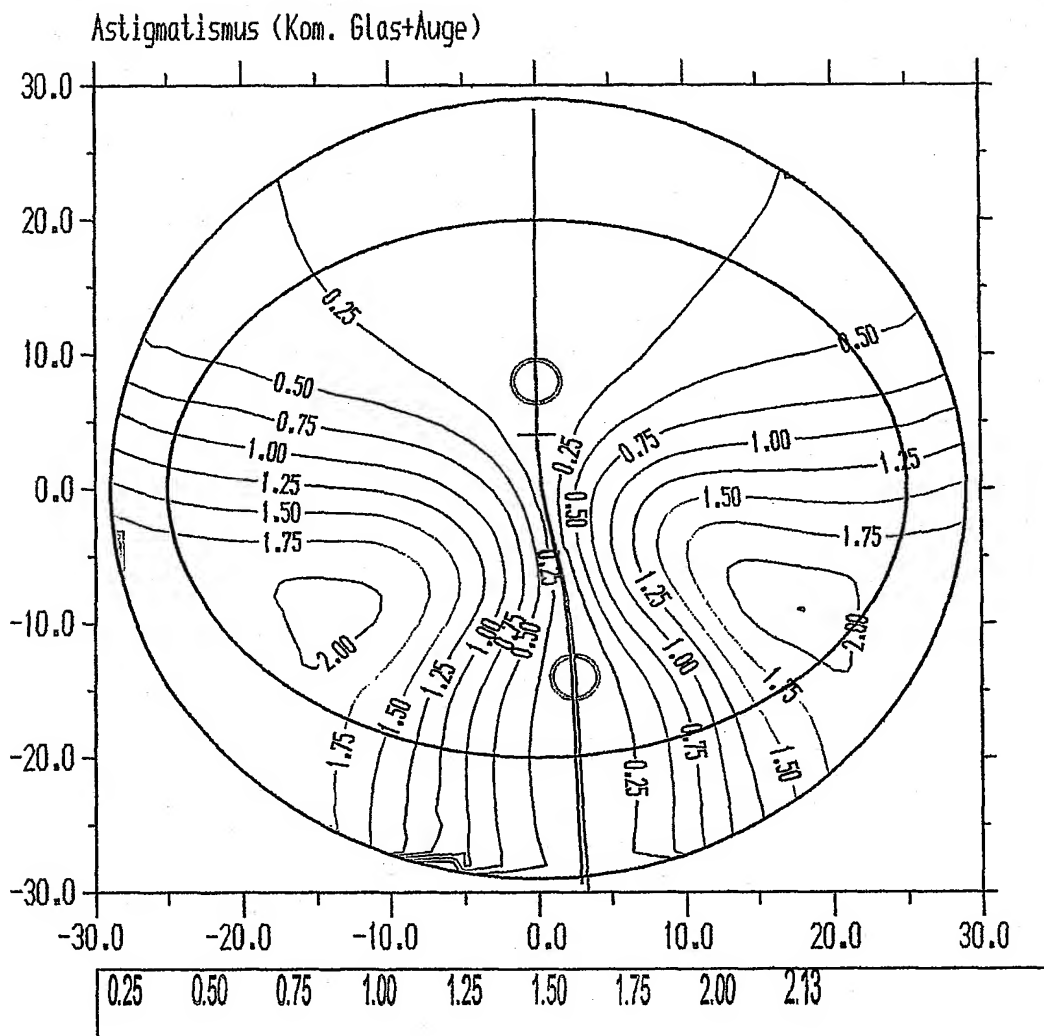
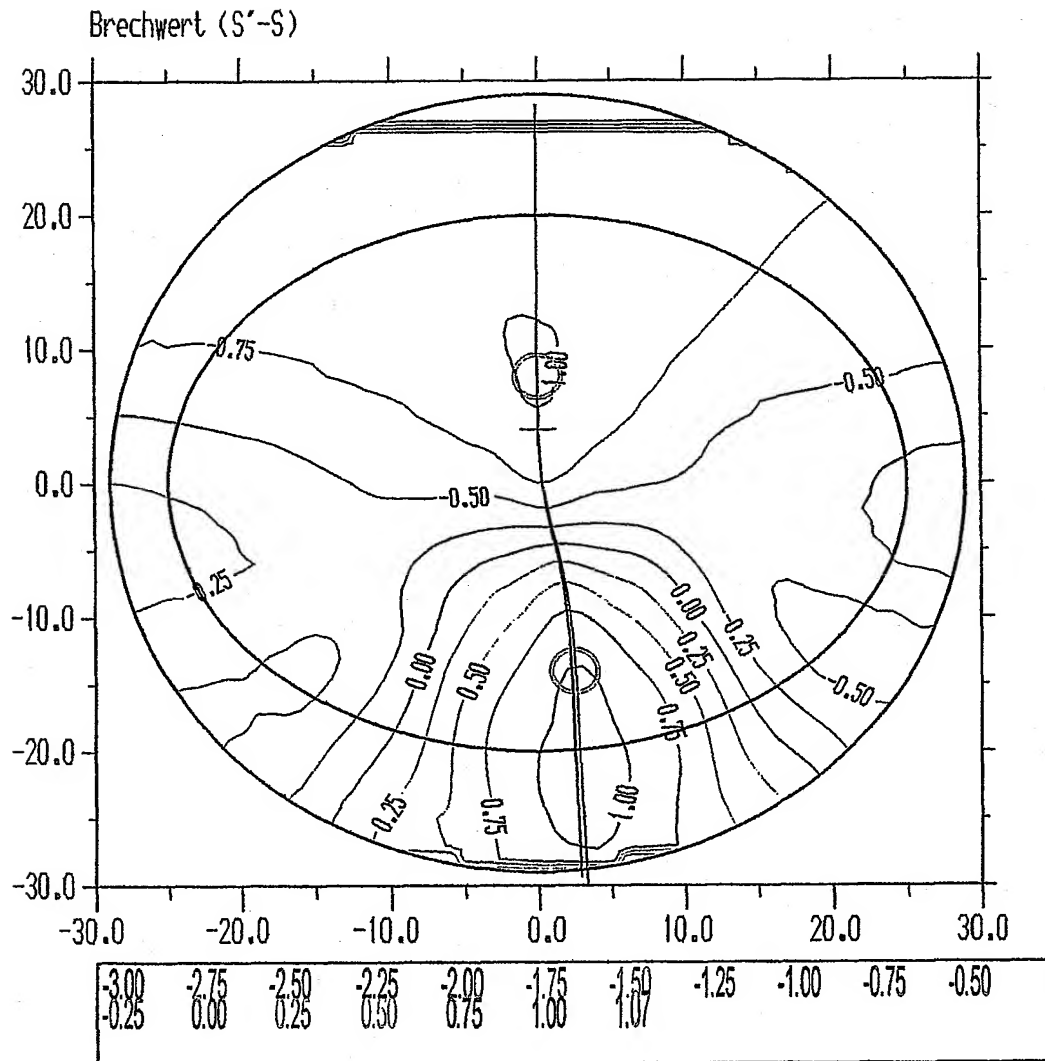
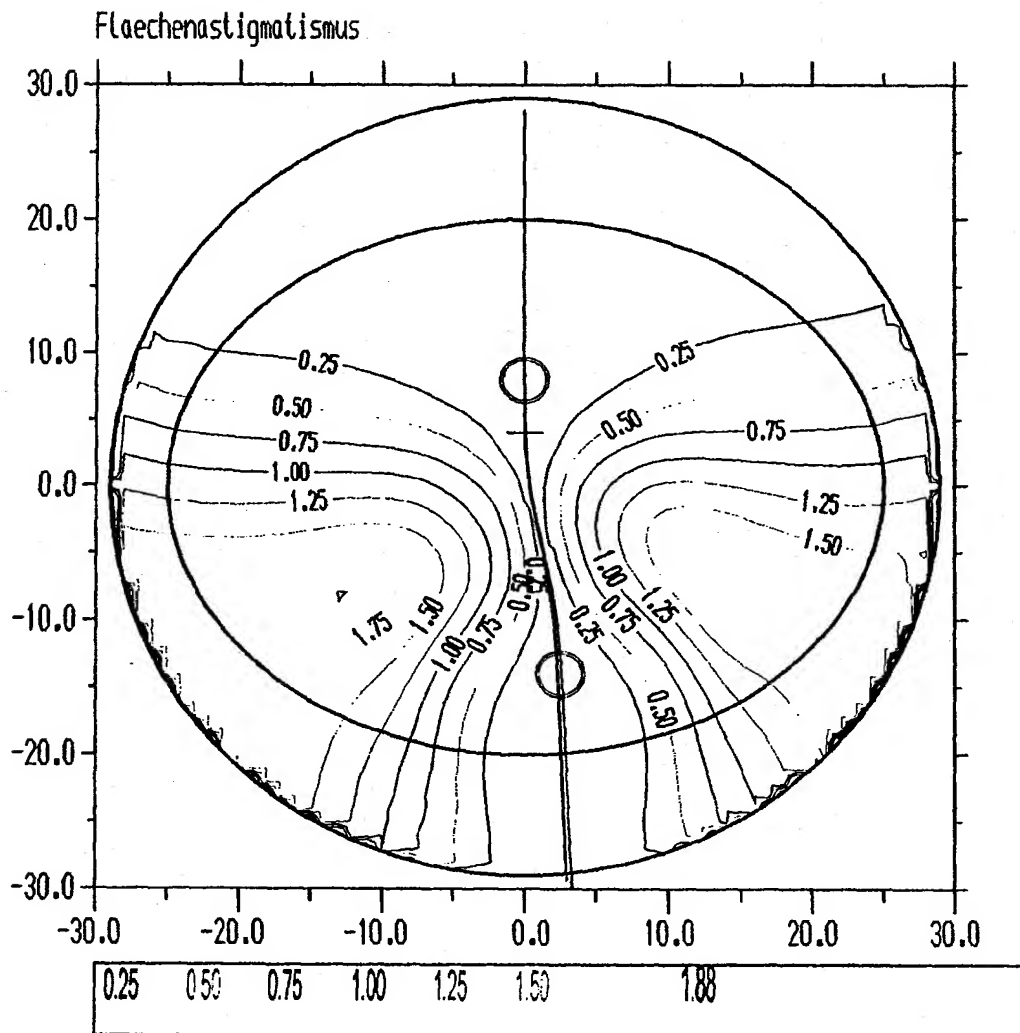


Fig. 86

*Fig. 8c*

*Fig. 8d*



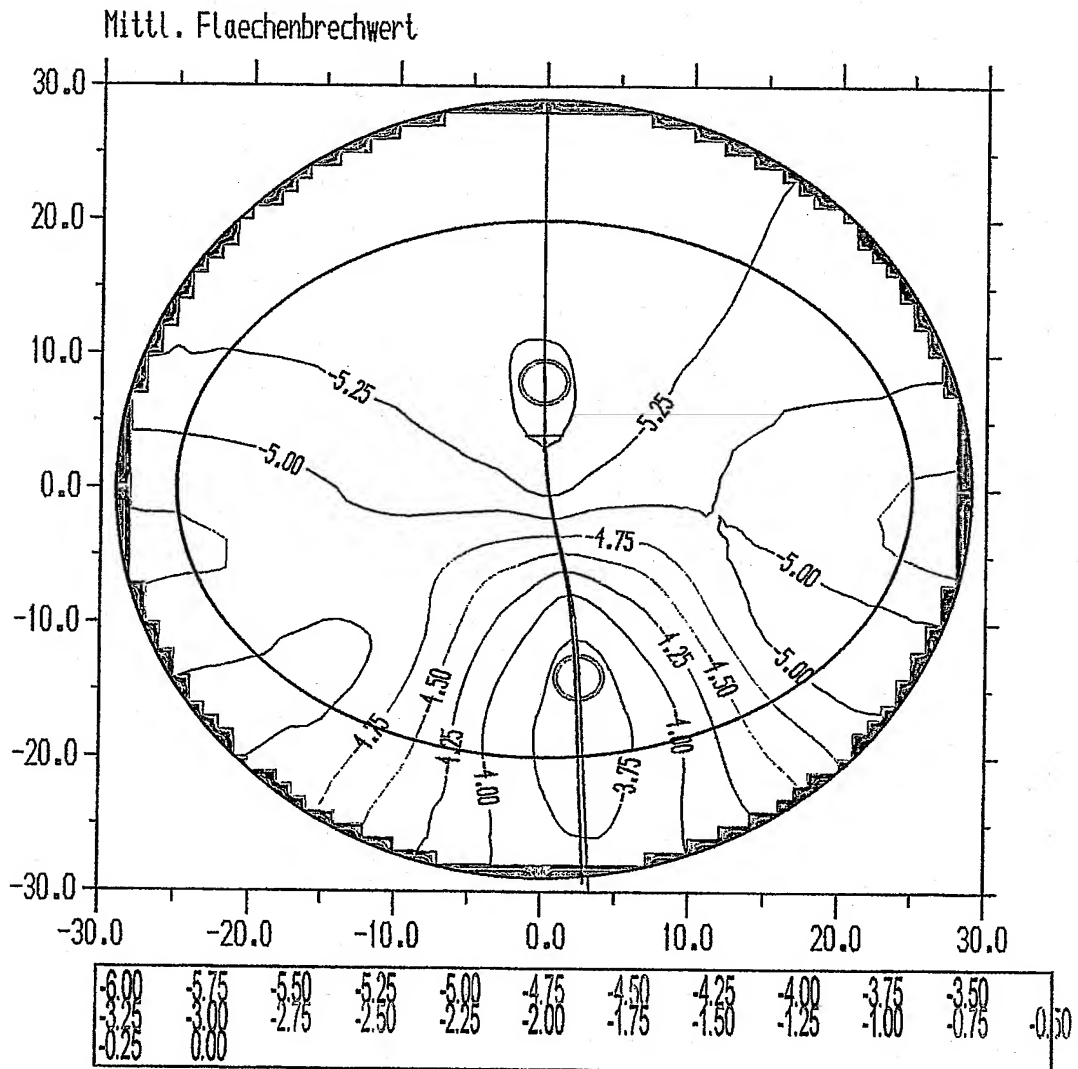


Fig. 8c

Pfeilhöhen:

0	-20	-17,5	-15	-12,5	-10	-7,5	-5	-2,5	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	1,463192
17,5	0	0	0	0	0	1,351751	1,230516	1,154267	1,123188
15	0	0	0	1,432649	1,222377	1,056285	0,934816	0,858412	0,827363
12,5	0	0	1,435241	1,181539	0,971452	0,80533	0,683694	0,607109	0,576043
10	0	0	1,227201	0,974334	0,764837	0,599018	0,477446	0,400755	0,369616
7,5	0	1,35686	1,061981	0,810421	0,602142	0,437275	0,316257	0,239735	0,208596
5	0	1,231614	0,938551	0,688921	0,48261	0,319572	0,200009	0,124279	0,093338
2,5	0	1,145583	0,854972	0,608102	0,404841	0,24496	0,12822	0,054403	0,024064
0	1,428494	1,096785	0,809336	0,566173	0,367188	0,211947	0,099648	0,029303	0,000479
-2,5	0	1,083532	0,800033	0,561595	0,368122	0,218933	0,112509	0,047001	0,020916
-5	0	1,10447	0,825692	0,592805	0,405729	0,263502	0,163875	0,104027	0,081486
-7,5	0	1,158712	0,885421	0,658653	0,478363	0,343326	0,25058	0,196349	0,177314
-10	0	0	0,979146	0,758828	0,585318	0,457079	0,37049	0,320968	0,304702
-12,5	0	0	1,108029	0,894145	0,726942	0,604462	0,522565	0,476302	0,46173
-15	0	0	0	1,065304	0,90314	0,784706	0,705826	0,661476	0,647667
-17,5	0	0	0	0	0	0,996895	0,919563	0,876091	0,862511
-20	0	0	0	0	0	0	0	0	1,106712

0	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20
20	0	0	0	0	0	0	0	0
17,5	1,137299	1,196414	1,300091	0	0	0	0	0
15	0,841728	0,901269	1,005406	1,153389	1,344503	0	0	0
12,5	0,590642	0,650549	0,754992	0,903076	1,09398	1,327145	0	0
10	0,384431	0,444568	0,549005	0,696743	0,886902	1,118987	0	0
7,5	0,223489	0,283546	0,3874	0,534022	0,722666	0,953043	1,22513	0
5	0,108139	0,167477	0,269782	0,414245	0,600403	0,828231	1,097849	0
2,5	0,038523	0,096156	0,195487	0,336256	0,518581	0,742766	1,009047	0
0	0,014248	0,068934	0,163658	0,298981	0,475882	0,69515	0,95711	1,261866
-2,5	0,033792	0,084599	0,173402	0,301649	0,471495	0,684467	0,941018	0
-5	0,093825	0,140525	0,222954	0,343364	0,505026	0,710451	0,960427	0
-7,5	0,189843	0,233084	0,309789	0,42283	0,57621	0,773454	1,015905	0
-10	0,317756	0,358953	0,431424	0,538505	0,684523	0,873797	0	0
-12,5	0,475298	0,515786	0,585814	0,688904	0,829288	1,011708	0	0
-15	0,661588	0,702177	0,771337	0,872168	1,008931	0	0	0
-17,5	0,876573	0,917681	0,986887	0	0	0	0	0
-20	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 9a

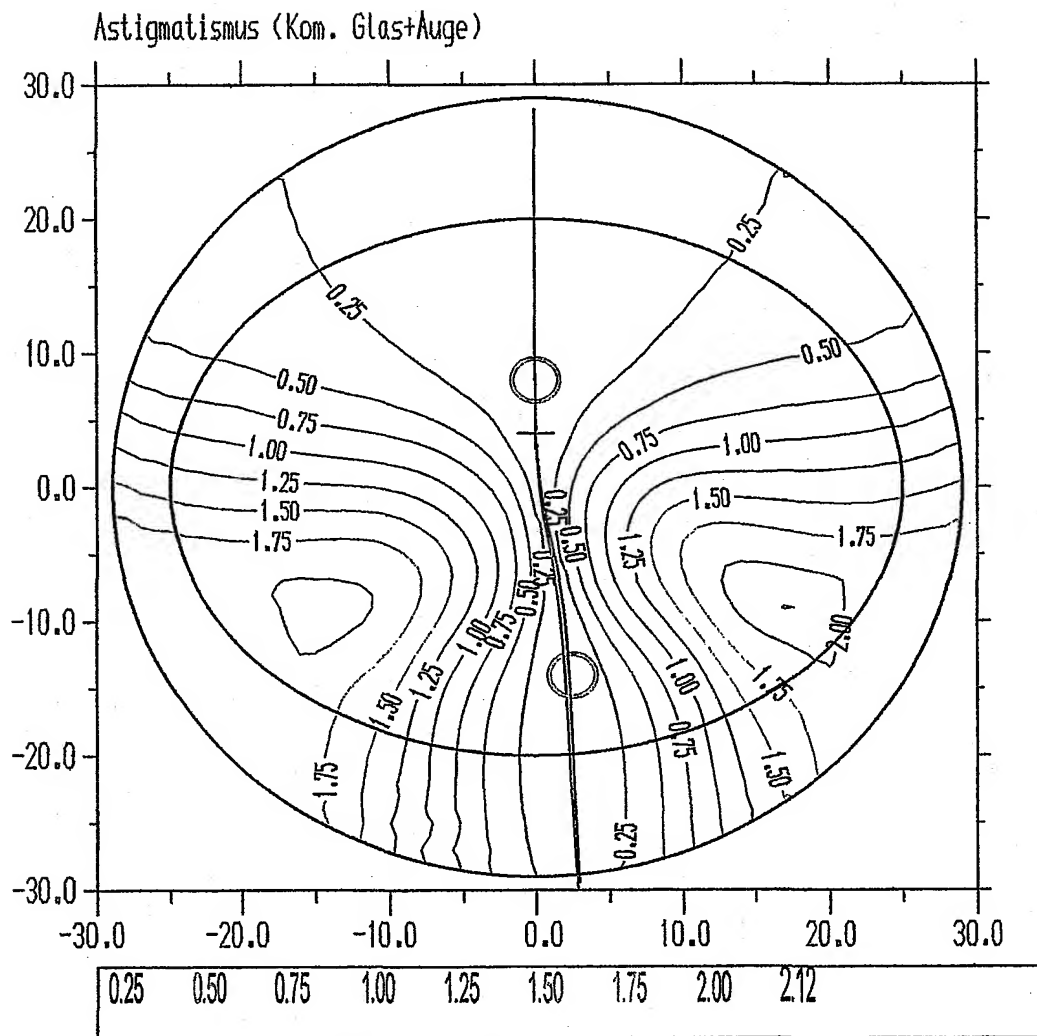


Fig. 9b

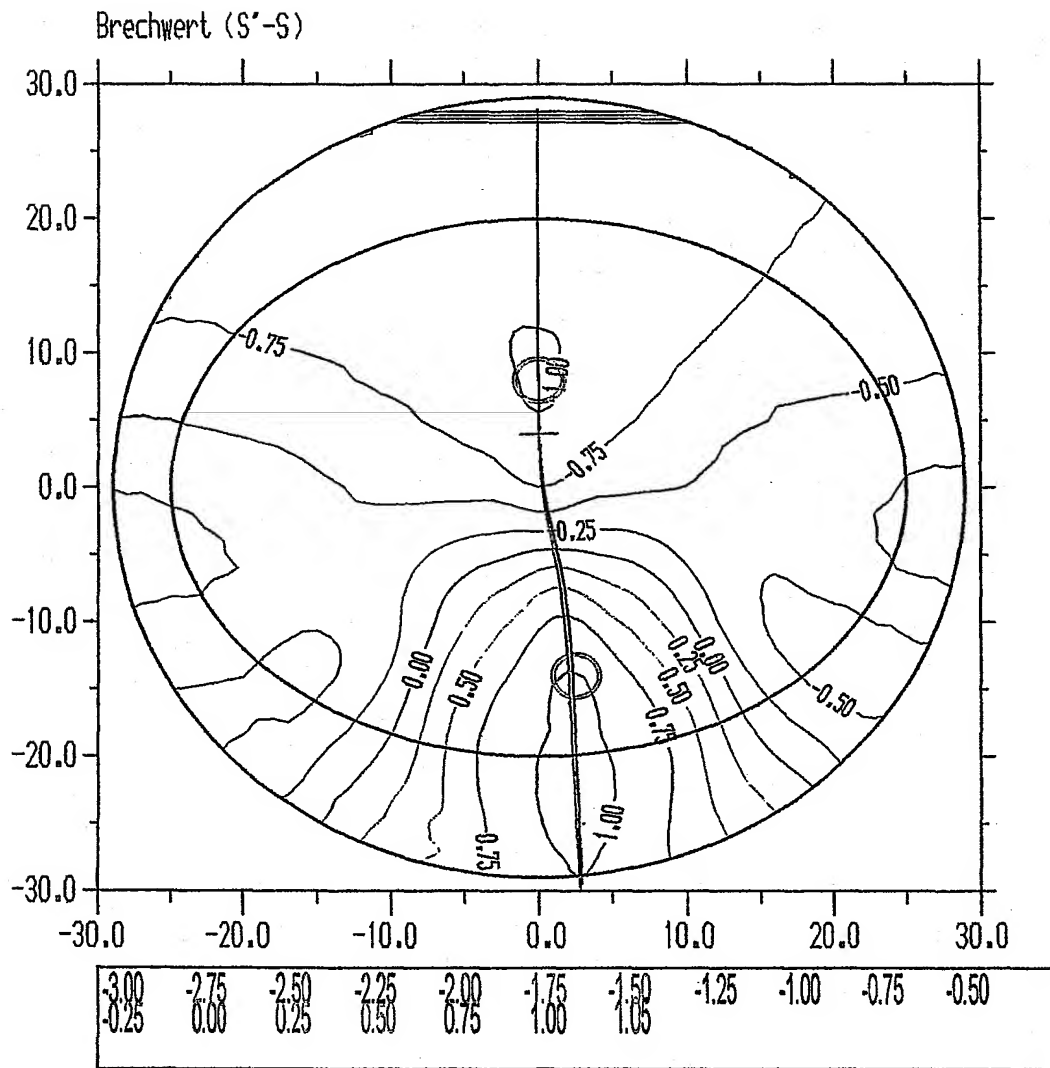
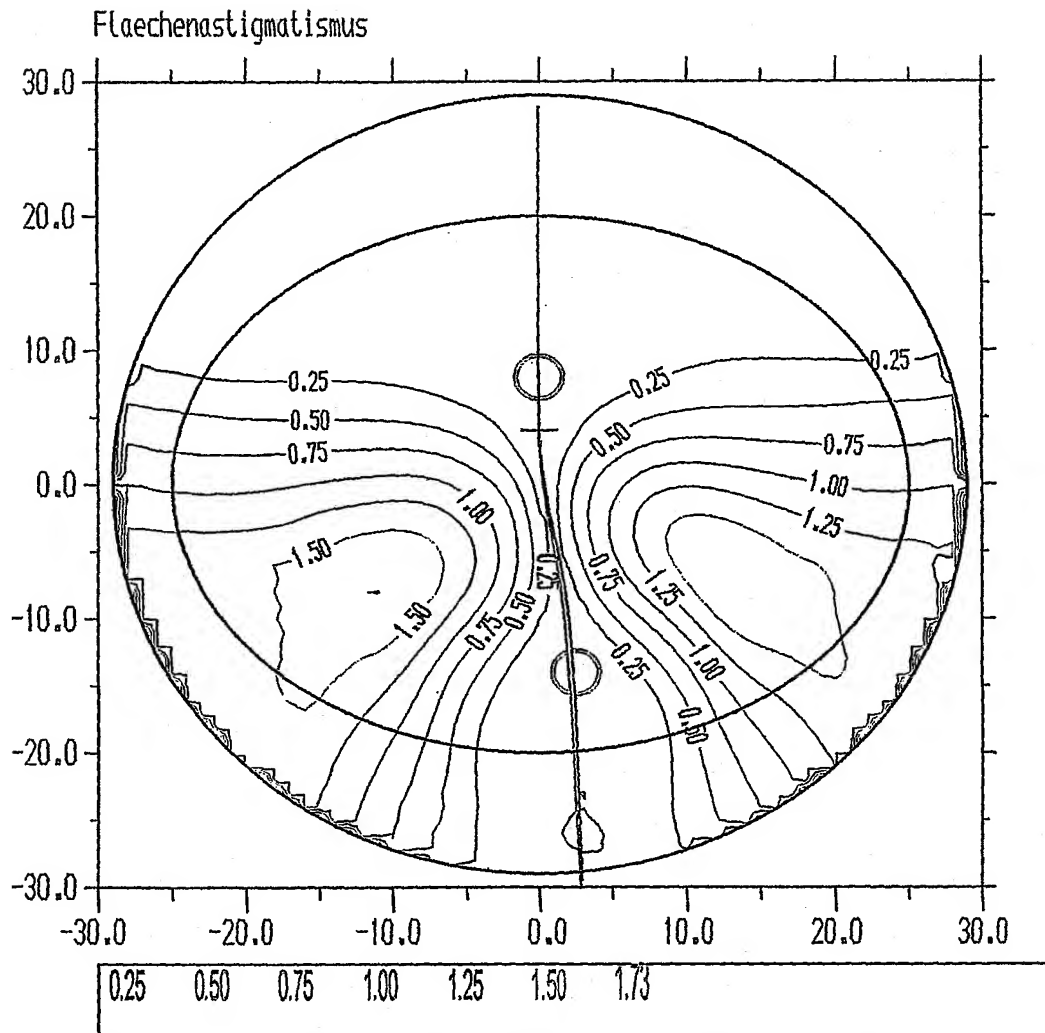


Fig. 9c

*Fig. 9d*

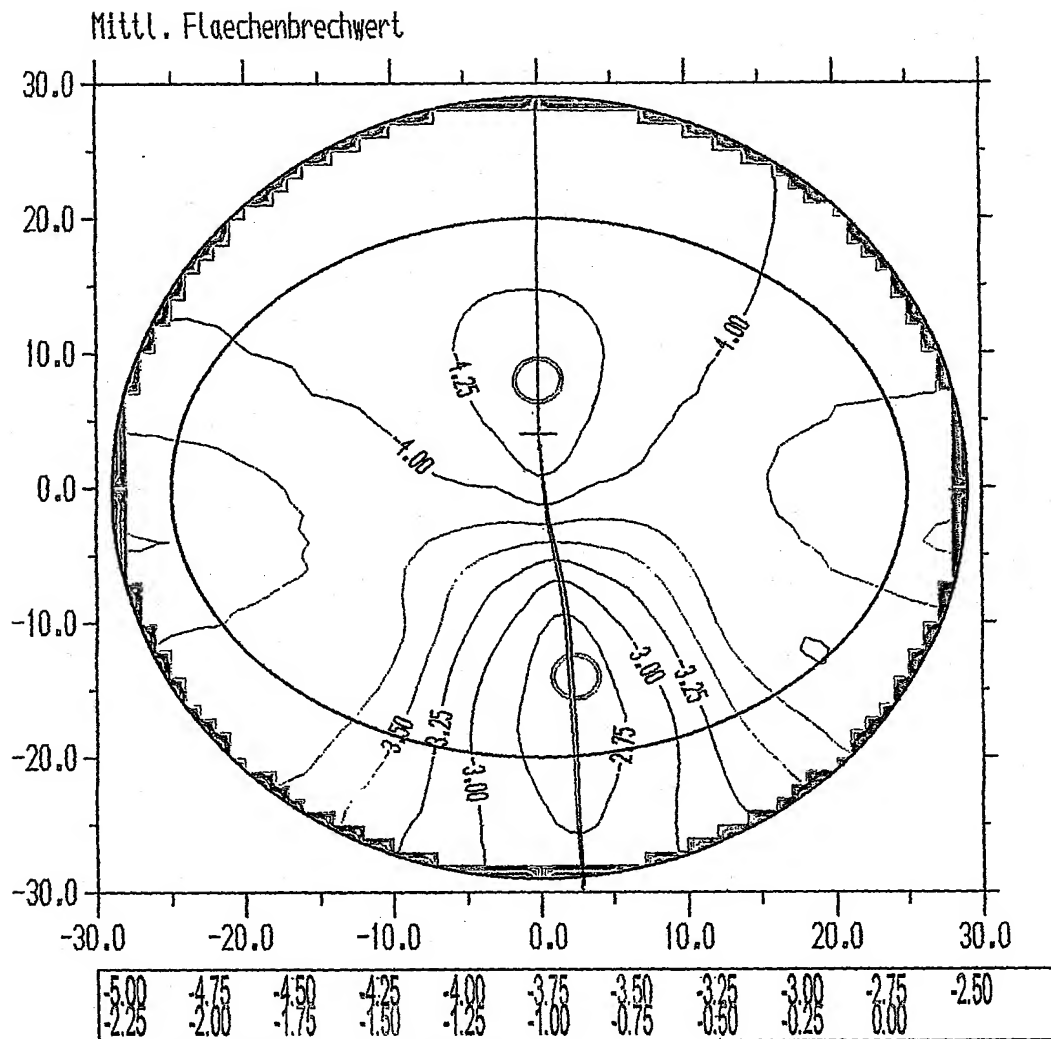


Fig. 9e

Pfeilhöhen:

0	-20	-17,5	-15	-12,5	-10	-7,5	-5	-2,5	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	1,659511
17,5	0	0	0	0	0	1,50138	1,379958	1,303651	1,272636
15	0	0	0	1,542449	1,331838	1,165525	1,043953	0,967554	0,936603
12,5	0	0	1,511323	1,257288	1,046964	0,880706	0,759034	0,682506	0,651567
10	0	0	1,275555	1,022451	0,812796	0,646908	0,525351	0,448755	0,417772
7,5	0	1,384017	1,088928	0,837204	0,628823	0,463931	0,342966	0,266564	0,235592
5	0	1,243534	0,950325	0,700575	0,49419	0,331146	0,211657	0,13607	0,105312
2,5	0	1,148451	0,857733	0,610758	0,407419	0,24752	0,130852	0,057195	0,027055
0	1,428472	1,096717	0,809173	0,565888	0,366782	0,211471	0,099215	0,029052	0,000481
-2,5	0	1,086557	0,802936	0,564317	0,370641	0,221298	0,11488	0,049592	0,023896
-5	0	1,116483	0,837507	0,604327	0,416932	0,274467	0,174837	0,115297	0,093357
-7,5	0	1,185454	0,911829	0,684631	0,503912	0,368602	0,275938	0,222187	0,203995
-10	0	0	1,025783	0,804908	0,63094	0,502494	0,416174	0,367378	0,352221
-12,5	0	0	1,180632	0,966146	0,798566	0,676059	0,594688	0,549413	0,53619
-15	0	0	0	1,169289	1,006916	0,888686	0,810566	0,767439	0,75515
-17,5	0	0	0	0	0	1,139476	1,063086	1,021001	1,009067
-20	0	0	0	0	0	0	0	0	1,298354

0	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20
20	0	0	0	0	0	0	0	0
17,5	1,286926	1,346322	1,450361	0	0	0	0	0
15	0,951153	1,010952	1,115402	1,263729	1,455195	0	0	0
12,5	0,666353	0,726494	0,831205	0,979561	1,170717	1,404099	0	0
10	0,432768	0,49312	0,597781	0,745722	0,93604	1,168227	0	0
7,5	0,250671	0,310929	0,414968	0,561729	0,750443	0,980815	1,252824	0
5	0,120303	0,17983	0,282288	0,42683	0,612975	0,840698	1,110129	0
2,5	0,041724	0,099567	0,199042	0,33984	0,522071	0,746055	1,012047	0
0	0,014532	0,069517	0,164418	0,299733	0,476453	0,695415	0,956982	1,261273
-2,5	0,037234	0,088517	0,177598	0,305833	0,475407	0,687952	0,94399	0
-5	0,106518	0,153939	0,236827	0,357304	0,518642	0,723519	0,972842	0
-7,5	0,217754	0,262028	0,339427	0,452722	0,605842	0,802481	1,044176	0
-10	0,366784	0,409332	0,482737	0,590319	0,736259	0,924994	0	0
-12,5	0,551412	0,593445	0,664619	0,768447	0,908996	1,091047	0	0
-15	0,770786	0,813003	0,883481	0,985229	1,122374	0	0	0
-17,5	1,024861	1,067625	1,138261	0	0	0	0	0
-20	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 10a

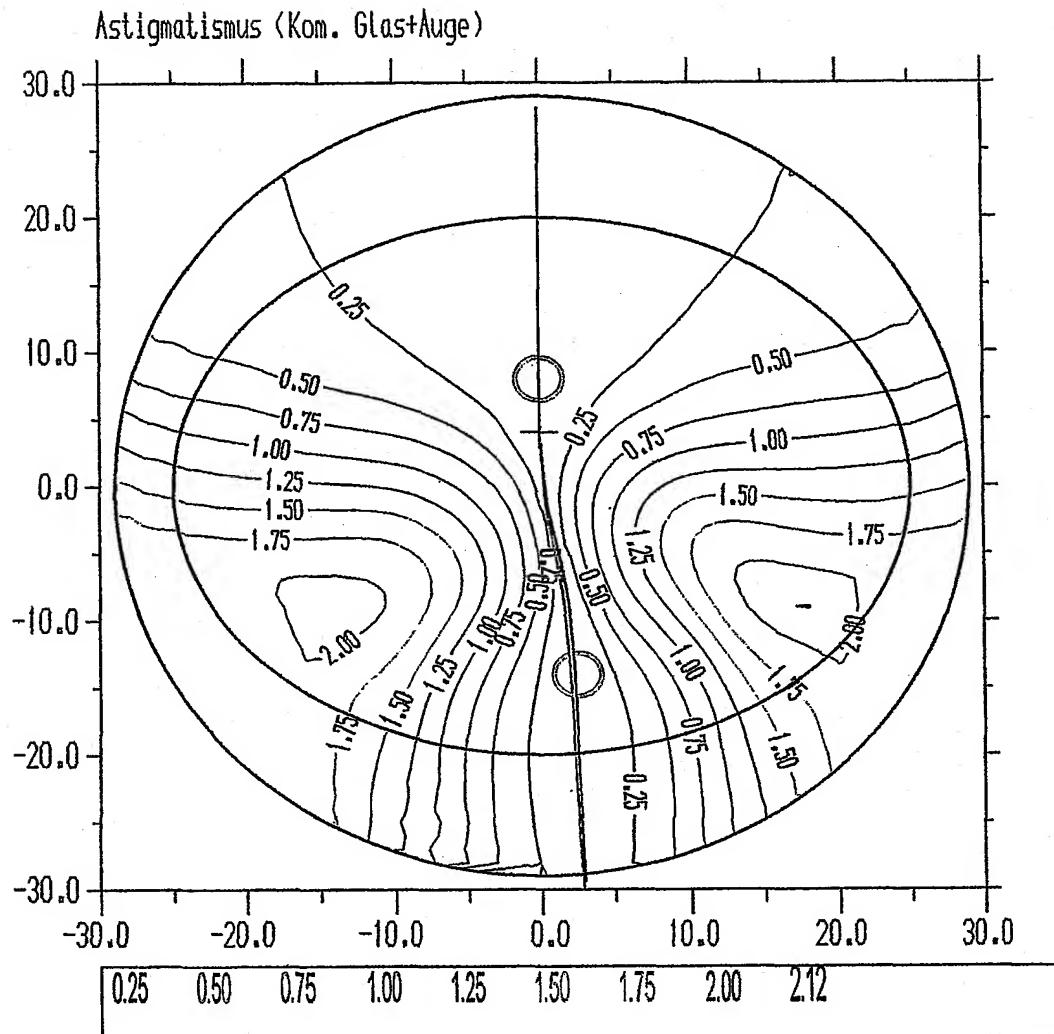


Fig. 106



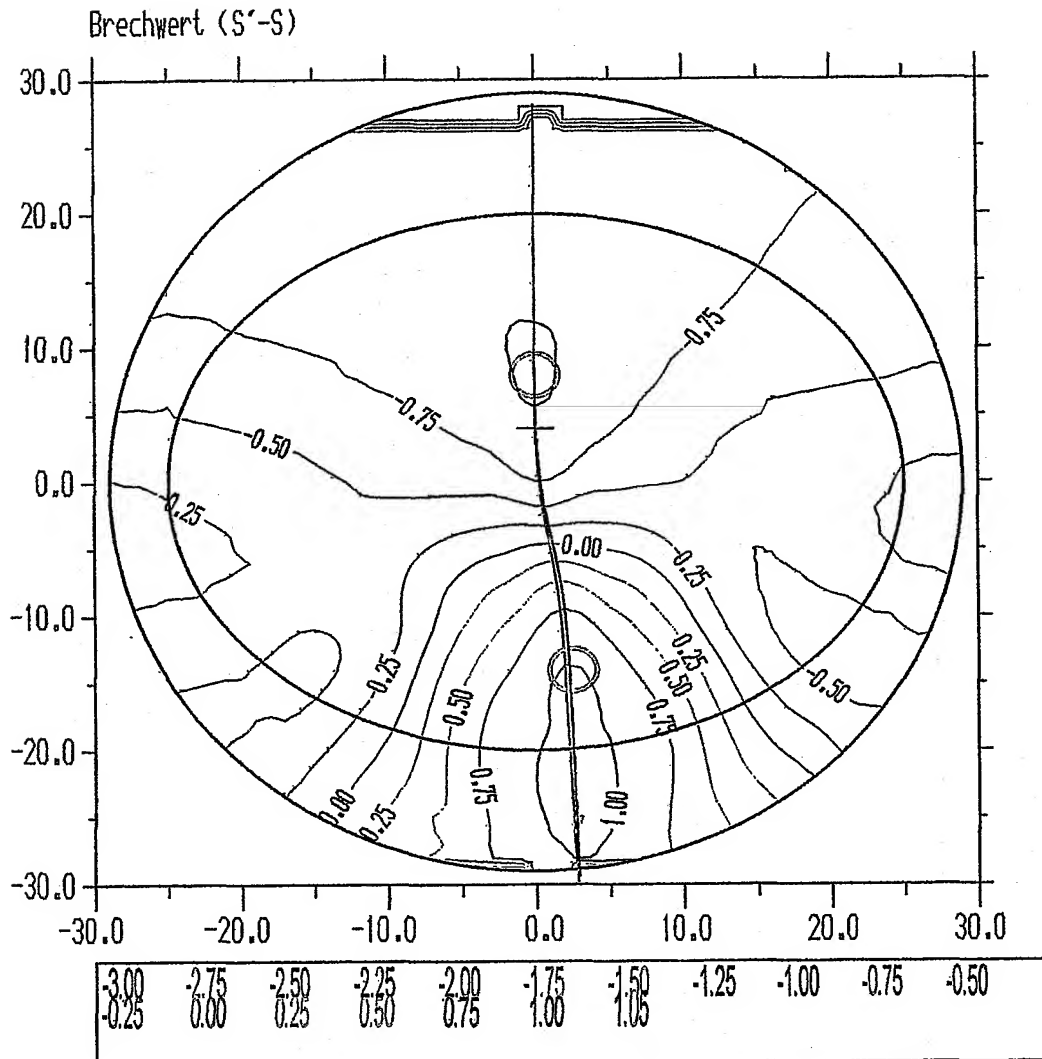
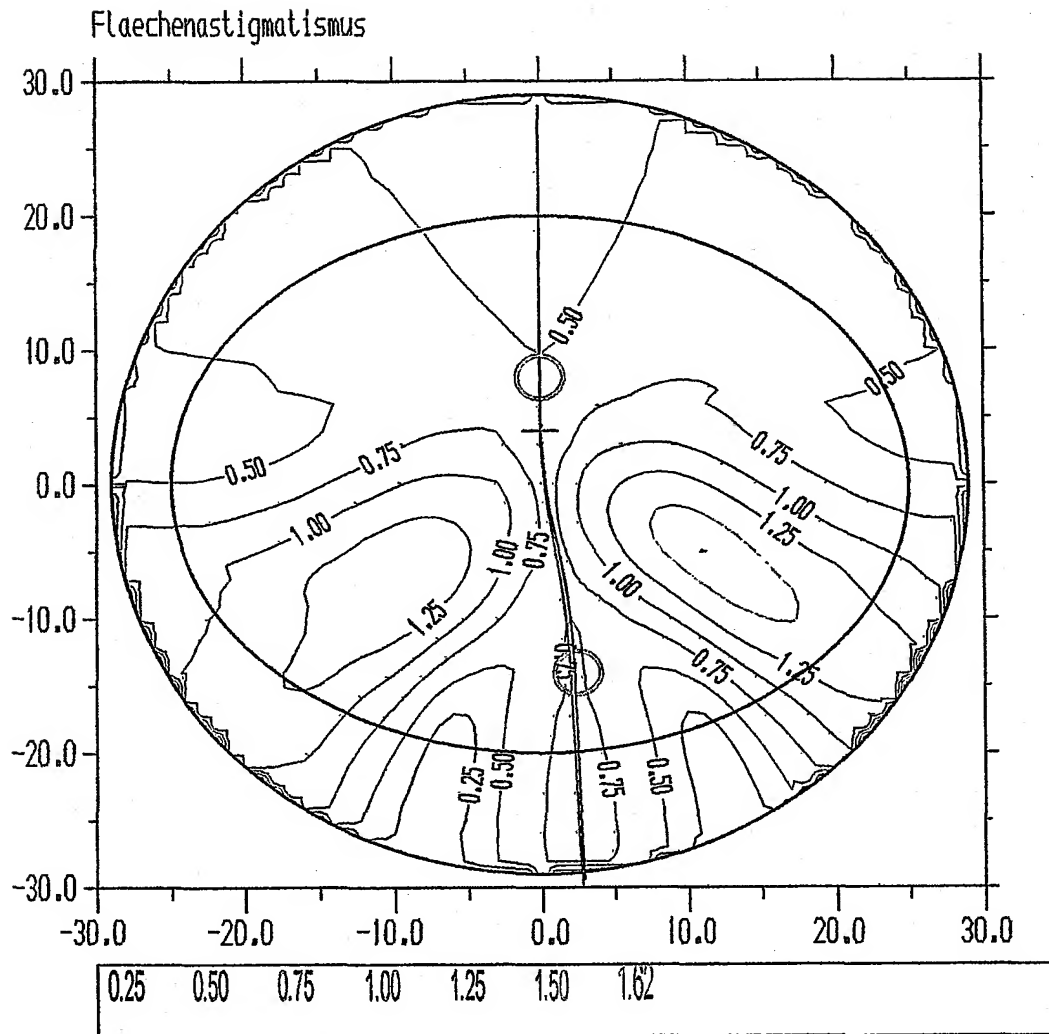
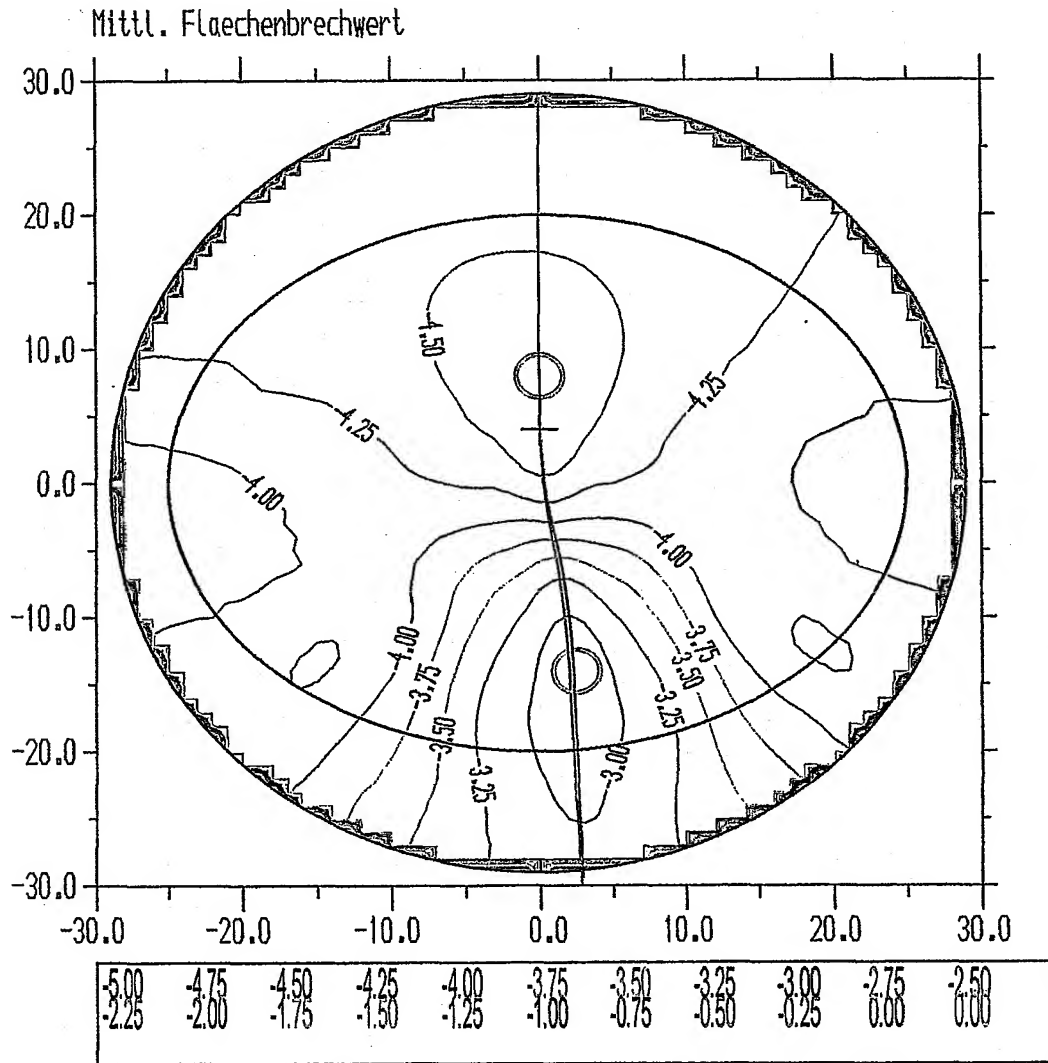


Fig. 10c

*Fig. 10 d*

*Fig. 10c*



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. November 2001 (01.11.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/81979 A3

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> :	G02C 7/02	100 21 047.3	28. April 2000 (28.04.2000)	DE
(21) Internationales Aktenzeichen:	PCT/DE01/01579	PCT/DE01/00188	17. Januar 2001 (17.01.2001)	DE
(22) Internationales Anmeldedatum:	25. April 2001 (25.04.2001)	(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): OPTISCHE WERKE G. RODENSTOCK [DE/DE]; Isartalstrasse 43, 80469 München (DE).		
(25) Einreichungssprache:	Deutsch	(72) Erfinder; und		
(26) Veröffentlichungssprache:	Deutsch	(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAIMERL, Walter [DE/DE]; Thalkirchnerstrasse 78a, 80337 München (DE). PFEIFFER, Herbert [DE/DE]; Georg-Hann-Strasse 16, 81247 München (DE). ESSER, Gregor [DE/DE];		
(30) Angaben zur Priorität:	100 20 244.6	25. April 2000 (25.04.2000)	DE	

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR CALCULATING A PROGRESSIVE SPECTACLE LENS AND METHOD FOR PRODUCING A SPECTACLE LENS OF THIS TYPE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BERECHNEN EINES PROGRESSIVEN BRILLENGLASES SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES DERARTIGEN BRILLENGLASES

(57) Abstract: The invention relates to a method for calculating and producing a spectacle lens comprising: an area (distance-viewing part), which is designed for viewing at long distances and, in particular, viewing to infinity; an area (near-viewing part), which is designed for viewing at short distances and, in particular, at reading distances, and; a progression zone, which is located between said distance-viewing part and near-viewing part and in which the effect of the spectacle lens increases, along a curve (principal line) that winds up to the nose, by a value designated as an addition, from the value in the distance reference point located in the distance-viewing part to the value of the near reference point located in the near-viewing part. The inventive method is characterized by the following steps: a) a progression of the projection  $x_0(y)$  of the principal line in the x,y plane as well as properties of the spectacle lens along the principal line are preset as initial values while taking the spherical, cylindrical and, optionally, prismatic prescription values as well as the addition and the pupil distance into account, and at least one fringe of the second order of the progressive surface of a spectacle lens is calculated using these specifications; b) an object distance function  $Al(y)$  is preset, which describes the change of the object distance during a viewing movement and, in particular, when looking downward; c) in each horizontal section of the progressive spectacle lens, the point of emergence of the principal ray through the progressive surface is determined in each horizontal section of the progressive spectacle lens, and the distance of the point of intersection of this principal ray with a plane, which bisects the pupil distance, is equal to the object distance given by the object distance function  $Al(y)$ ; d) the progression of the projection  $x'_0(y)$  in the x, y plane is calculated for all of these points of intersection located in the principal line of sight; e) the progression of the projection  $x'_0(y)$  is set equal to  $x_0(y)$  and tests the correspondence; f) afterwards, steps a) to e) are iteratively repeated until the projection  $x'_0(y)$  of the principal line of sight (within predeterminable limits) is equal to the progression of the projection  $x_0(y)$  of the principal line used for calculating the corresponding surface.

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird ein Verfahren zum Berechnen und zum Herstellen eines Brillenglasses mit einem zum Blicken in größere Entfernungen und insbesondere "ins Unendliche" ausgelegten Bereich (Fernteil), einem zum Blicken in kürzere Entfernungen und insbesondere "Lese-Entfernungen" ausgelegten Bereich (Nahteil), und einer zwischen Fernteil und Nahteil angeordneten Progressionszone, in der die Wirkung des Brillenglasses von dem Wert in dem im Fernteil gelegenen Fernbezugspunkt auf den Wert des im Nahteil gelegenen Nahbezugspunktes längs einer zur Nase hingewundenen Kurve (Hauptlinie) um einen als Addition bezeichneten Wert zunimmt. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich durch folgende Schritte aus: a) Als Anfangswerte werden ein Verlauf der Projektion  $x_0(y)$  der Hauptlinie in die x, y-Ebene sowie Eigenschaften des Brillenglasses längs der Hauptlinie unter Berücksichtigung der sphärischen, zylindrischen sowie gegebenenfalls prismatischen Verordnungenwerte und der Addition sowie der Pupillendistanz vorgegeben und mit diesen Vorgaben zumindest ein Streifen zweiter Ordnung der progressiven Fläche eines Brillenglasses berechnet, b) es wird eine Objektabstandsfunktion  $Al(y)$  vorgegeben, die die Änderung der Objektentfernung bei einer Blickbewegung und insbesondere einer Blicksenkung beschreibt, c) in jedem Horizontalschnitt des progressiven Brillenglasses wird der Durchstoßpunkt des Hauptstrahls durch die progressive Fläche bestimmt, für den der Abstand des Schnittpunktes dieses Hauptstrahles

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/81979 A3



Madelsederstrasse 17, 81735 München (DE). AL-  
THEIMER, Helmut [DE/DE]; An der Halde 2, 87650  
Lauchdorf (DE).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

(74) **Anwalt:** MÜNICH, Wilhelm; Münich & Kollegen, Wil-  
helm-Mayr-Strasse 11, 80689 München (DE).

(88) **Veröffentlichungsdatum des internationalen  
Recherchenberichts:**

4. April 2002

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AU, DE, JP, US.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.*

mit einer Ebene, die die Pupillendistanz halbiert, gleich dem durch die Objektabstandsfunktion  $A(y)$  gegebenen Objektabstand ist, d) für die Gesamtheit dieser in der Hauptblicklinie liegenden Durchstoßpunkte wird der Verlauf der Projektion  $x'_0(y)$  in die  $x, y$ -Ebene berechnet, e) der Verlauf  $x'_0(y)$  wird gleich  $x_0(y)$  gesetzt und die Übereinstimmung geprüft, f) anschließend werden die Schritte a) bis e) solange iterativ wiederholt, bis die Projektion  $x'_0(y)$  der Hauptblicklinie (innerhalb vorgegebener Grenzen) gleich dem Verlauf der für die Berechnung der entsprechenden Fläche verwendeten Projektion  $x_0(y)$  der Hauptlinie ist.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/01579

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G02C7/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G02C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 992 998 A (HAIMERL WALTER ET AL) 30 November 1999 (1999-11-30) cited in the application column 2, line 8 -column 3, line 20 -----	1
A	US 5 784 144 A (KELCH GERHARD ET AL) 21 July 1998 (1998-07-21) cited in the application column 3, line 31 -column 6, line 37 -----	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&amp;\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 November 2001

Date of mailing of the international search report

06/12/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sarnecki, A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PC1/DE 01/01579

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5992998	A	30-11-1999	DE 4337369 A1	04-05-1995
			AT 201935 T	15-06-2001
			AU 707854 B2	22-07-1999
			AU 5938298 A	04-06-1998
			AU 7989994 A	23-05-1995
			WO 9512832 A1	11-05-1995
			EP 1091233 A1	11-04-2001
			EP 0677177 A1	18-10-1995
			ES 2159574 T3	16-10-2001
			JP 8505482 T	11-06-1996
US 5784144	A	21-07-1998	DE 19612284 A1	02-10-1997
			AU 717888 B2	06-04-2000
			AU 1653197 A	02-10-1997
			CA 2201391 A1	28-09-1997
			EP 0802441 A2	22-10-1997
			JP 10031198 A	03-02-1998



## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCI/DE 01/01579

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G02C7/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G02C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	US 5 992 998 A (HAIMERL WALTER ET AL) 30. November 1999 (1999-11-30) in der Anmeldung erwähnt Spalte 2, Zeile 8 -Spalte 3, Zeile 20 ---	1
A	US 5 784 144 A (KELCH GERHARD ET AL) 21. Juli 1998 (1998-07-21) in der Anmeldung erwähnt Spalte 3, Zeile 31 -Spalte 6, Zeile 37 -----	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. November 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

06/12/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sarneel, A

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/01579

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5992998 A	30-11-1999	DE 4337369 A1	04-05-1995
		AT 201935 T	15-06-2001
		AU 707854 B2	22-07-1999
		AU 5938298 A	04-06-1998
		AU 7989994 A	23-05-1995
		WO 9512832 A1	11-05-1995
		EP 1091233 A1	11-04-2001
		EP 0677177 A1	18-10-1995
		ES 2159574 T3	16-10-2001
		JP 8505482 T	11-06-1996
US 5784144 A	21-07-1998	DE 19612284 A1	02-10-1997
		AU 717888 B2	06-04-2000
		AU 1653197 A	02-10-1997
		CA 2201391 A1	28-09-1997
		EP 0802441 A2	22-10-1997
		JP 10031198 A	03-02-1998